

**EXPERIMENTELLE UNTERSUCHUNGEN ÜBER
DIE LÖSLICHKEIT UND DICHTIGKEIT
VON KAVITÄTENLACKEN**

Wilhelm Hoser

1974



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41551927_0041

Aus der Abteilung für Zahnerhaltung und Parodontologie
(Vorstand: Prof.Dr.E. Sonnabend) der Klinik für Zahn-,
Mund- und Kieferkrankheiten der Universität München

EXPERIMENTELLE UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE
LÖSLICHKEIT UND DICHTIGKEIT VON KAVITÄTENLACKEN

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der Zahnheilkunde
verfaßt und einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Ludwig Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

WILHELM HOSER

aus

München

1974

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der
Universität München

Berichterstatter: Prof.Dr.E. Sonnabend

Mitberichterstatter: Priv.-Doz. Dr.Dr.W. Neupert

Dekan: Prof.Dr.W. Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 19. 2. 1974



- A Einleitung
- B Literaturübersicht
- C Zusammenfassende Übersicht über experimentelle Methoden in der Literatur
- D Allgemeine Grundsätze der experimentellen Untersuchung
- E Kritische Ableitung der eigenen Methode
 - 1. Löslichkeit
 - 2. Penetration
- F Verwendete Pulpaschutzlacke
- G Eigene Ergebnisse
 - I. Quantitative Restsäurebestimmung
 - II. Quantitative Restmonomerbestimmung
 - III. Löslichkeits- und Penetrationsversuche
 - IV. Vergleich der Löslichkeits- und Penetrationsversuche
- H Kritische Auswertung der eigenen Ergebnisse und Vergleich mit Ergebnissen früherer Untersuchungen
- I Zusammenfassung
- K Schrifttum
- L Lebenslauf

A EINLEITUNG

Die Versorgung der Dentinwunde und der Pulpenschutz vegetieren seit jeher in einem unberechtigten Schattendasein. Die Gründe hierfür sind wahrscheinlich in den großen Schwierigkeiten bei der Zahnhartgewebsbehandlung, wie fehlende Wundkinematik, geringe Regenerationsfähigkeit, ungünstige Ernährungslage und in den schwierigen Keimverhältnissen in der Mundhöhle zu suchen. Dies hatte zur Folge, daß man die Dentinwundversorgung und den Pulpenschutz entweder völlig unterließ oder sie mit völlig untauglichen Mitteln anging. Gerade ihr aber kommt eine hervorragende Bedeutung zu. Denn nach erfolgreicher Diagnose und Therapie dürfte es nichts Deprimierenderes geben, als die Tatsache, daß das Organ Zahn nach dem iatrogenen Eingriff der Füllungstherapie den nie wieder gutzumachenden Schaden einer Entzündung des Zahnmarkes davonträgt, der oft in einer versäumten Dentinwundversorgung begründet liegt. Die unabdingbare Forderung einer Versorgung der Dentinwunde und des Pulpenschutzes wird gänzlich klar, wenn man sich vor Augen hält, daß die Fläche, mit der die Dentinwunde über die Dentinkanälchen bei einer dreiflächigen Kavität eines Molaren mit dem Zahnmark in Verbindung steht, der Fläche der freiliegenden Pulpa bei einer Vitalamputation desselben Zahnes entspricht.

Die Hoffnung einer praktikablen, ergonomischen Lösung des Dentinwundverbandes zeichnet sich

besonders in seichten Kavitäten, die mit Silikat-
zement und Kunststoffüllungen versorgt werden
sollen, durch die Anwendung von Kavitätenlacken
ab.

Welcher Problematik sie, wie alle anderen Den-
tinwundversorgungsmittel, in der Mundhöhle
unter einer Füllung gegenüberstehen, soll die
nachfolgende Zusammenstellung verdeutlichen.

I. Einflüsse durch das Mundhöhlenmilieu

1. Thermisch

- a) Temperaturschwankungen
- b) Volumenschwankungen

2. Chemisch-osmotisch

- a) Durchdringung (gegenüber Methacrylsäure-
methylester, Phosphorsäure, Katalysatoren,
Acceleratoren, Stabilisatoren, Speichel,
Salze)
- b) Anlösung (durch Speichel und darin durch
Nahrung und Genußmittel unter Umständen
vorkommende Substanzen, sonst siehe I. 2. a)

3. Elektrochemisch (galvanische Ströme)

4. Bakterielle Insulte

- a) Durchdringung am Randspalt
- b) Durchdringung an der Kavitätenfläche
- c) Bakteriostatisch oder baktericid

II. Indifferentes Verhalten der Pulpa und dem vi-
talen Dentin gegenüber

III. Verhalten dem Zahnhartgewebe gegenüber

1. Applizierbarkeit

- 2. Haftung
 - 3. Keine Verfärbung oder sonstige Veränderung
- IV. Verhalten der Füllung gegenüber
- 1. Keine Qualitätsveränderung
 - 2. Retention
 - 3. Randspalt
- V. Eventuelle Schmerzstillung
- VI. Eventuelle Umstimmung bereits eingetretener pathologischer Veränderungen

Die beiden Themen der Dichtigkeit gegenüber den durch die Füllungswerkstoffe frei werdenden Noxen bei Silikatzement und Kunststoffüllungen und der Unlöslichkeit in diesen werden als hauptsächliche Kriterien der Brauchbarkeit von Kavitätenlacken erachtet. Sie werden im Folgenden durch Penetration und Löslichkeitsversuche getestet.

B LITERATURÜBERSICHT

SCHULZ (60) führt die toxische Wirkung von Silikatzementfüllungen auf freie Phosphorsäure zurück. Er zitiert Fischer, der die deletäre Wirkung der sauren Salze beschreibt, während Kranz die Pulpenschädigungen dem Arsengehalt zuschreibt. Der Verfasser empfiehlt das alkalische Präparat Protector, dessen Wirksamkeit er durch das Aufbringen von Silikatzementfüllungen auf feuchtes Lackmuspapier beweist, das im ersten Fall mit dem Schutzlack bestrichen wird, im zweiten Falle nicht. Während nach der Lackapplikation eine Blaufärbung und nach dem Legen der Silikatzementfüllung keine oder nur eine geringfügige Rötung eintritt, zeigt sich ohne Lackapplikation sofort eine Rotfärbung.

FASSDORF (22) nennt als Gründe für die Silikatzementtoxizität Arsenspuren und einen sogenannten sekundären Säureschub. Als Mittel der Wahl bezeichnet er eine Phosphatzementunterfüllung.

PASSOW (48) äußert sich zum Pulpenschutz unter Kunstharzfüllungen. Er erkennt als toxische Substanzen:

1. das Monomer
2. die organischen Peroxyde und
3. die Acceleratoramine

Seiner Meinung nach ist weder ein Kavitätenlack auf Lackbasis brauchbar, da er durch das Monomer aufgelöst wird, noch auf Kieselsäureesterbasis, da auch er Monomeres durchtreten läßt.

Den Nachweis erbringt er in Versuchen mit "Tonzellen", die er mit Kavitätenlacken versiegelt und dann gefärbtes Monomer einwirken läßt. Er untersucht einen Kavitätenlack aus drei Komponenten.

SCHMELZER (58) erwähnt unter Silikatzementunterfüllungen folgende Schutzmittel: Claustrinlack, Sandarak, Mastix, Degussalack, Tutol, Zaponlack, Radisan, Jakobson'sche Unterfüllung, Obturasol, Pulpacol, Adhäsinium und Antec. Er bezeichnet die Wirkung der Lacke als sehr umstritten und die Autorenaussagen zum Teil als widersprüchlich.

Die Notwendigkeit des Pulpenschutzes unter Silikatzementfüllungen begründet SCHUBERT (59) durch ihre Abgabe von freien Säuren und Fluorbestandteilen, während andere Autoren den Randspalt als Eintrittspforte für Schädigungen angeben. In Tierexperimenten wendet er folgende Schutzmittel an: Tutol, Obturasol und Imprägnol. Darüber werden Silikatfüllungen mit gefärbter Phosphorsäure (Eosin, Methylenblau, Säurefuchsin) gelegt. Die Zähne werden extrahiert und Schliffe und histologische Bilder ausgewertet. Als Ergebnisse werden beobachtet, daß die gefärbte Phosphorsäure trotz Lackapplikation vermutlich durch Risse eindringt. Der Autor stellt die Forderung einer mehrmaligen Lackapplikation auf. Der histologische Befund ergibt weiterhin, daß es oft trotz nur geringfügiger Verfärbung des Dentins zur Pulpaenschädigung kommt. Es wird eine "Erschöpfung"

der Farbzusätze im Laufe der Dentindurchdringung vermutet. Bei der zusätzlichen Anwendung von Kunstharzfasern in den Pulpenschutzmitteln zur Vermeidung von Lackrissen (nach Wannenmacher) zeigt sich keine Farbdurchdringung ins Dentin. In weiteren Versuchen werden neben den Kavitätenlacken auch Protector, das Lackschichtverfahren nach Wannenmacher, Phosphatzement und Calxyl getestet. Die Tiere werden drei Monate nach dem Legen der Füllungen getötet. Sowohl bei den lackgeschützten, als auch bei den ungeschützten Pulpen zeigen sich Nekrosen. Bei zusätzlicher Applikation von Styrolfasern sind lediglich metaplastische Veränderungen bis vakuoläre Degenerationen nachweisbar. Bei Phosphatzementunterfüllungen sind histologisch keine Befunde erkennbar. Calxyl gibt dieselben Ergebnisse.

In Hundeversuchen findet SPRETER VON KREUDENSTEIN (63) unter Füllungen mit schnell härtendem Kunststoff ohne Schutz im histologischen Bild Hyperämien und Hämorrhagien an der Peripherie der Pulpa. Erfahrungen aus jugendlichem Patientengut zeigen das Auftreten von pulpitischen Beschwerden nach Legen von Kunstharzfüllungen, die sich durch Entfernen der Füllung und Applikation von Zinkoxyd-Nelkenöl beheben lassen. Durch Phosphatzementunterfüllungen, Lacke, Folien und Verkieselung ist kein ausreichender Pulpenschutz gewährleistet. Dies bestätigen Versuche mit gefärbtem Monomer (Sudan III). Die Phosphatzementunterfüllungen

werden durch den Zement-Dentinspalt "umgangen". Dieser Effekt tritt jedoch nicht auf, wenn die Kunstharzfüllung auf den noch weichen Phosphatzement appliziert wird. Auch die Gottlieb'sche Lösung verhindert ein Eindringen von Monomer ins Dentin.

PASSOW (49) schildert das Pulpenschutzmittel PS 51 - ein Dreifachlack -, das den Randschluß und die Pulpenverträglichkeit von Kunstharzfüllungen verbessern soll.

SENDTNER (61) beschreibt empfehlenswerte Mittel des Pulpenschutzes bei Verwendung von selbsthärtenden Kunststoffen. Er nennt 40 Prozent Zinkchlorid und 10 Prozent Kaliumferrocyanid einen Imprägnierungsschutz im Gegensatz zum Isolierungsmittel PS 51 nach Passow. Als Wirkungsweise vermutet er das schnelle Auspolymerisieren von Pulpenschutzmitteln, die die Dentinkanälchen verstopfen und eine totale Trennschicht bilden.

Ebenfalls durch SENDTNER (62) wird das Präparat Pula als Pulpenschutz angepriesen, das seine Forderungen erfüllen soll. Belegt werden die Ausführungen durch eine ausführliche Schilderung der Gebrauchsanweisung des Präparates.

MEIGATTER (40) beurteilt De Trey's Thymol-Zinkoxyd-Kombination und Tironal von Schröder negativ. Er berichtet über zweijährige Versuche mit Beobachtung von Pulpenreaktionen. Als Isolierung empfiehlt er Guttapercha in Chloroform, darüber Asbestkappchen oder Zinnfolie.

REICH (56) nennt als Möglichkeiten für den Pulpenschutz unter Kunststofffüllungen:

1. Zahnlacke
2. Ammoniakalisches Silbernitrat mit anschließender Reduktion (Howe, Best)
3. Zinkchlorid und Kaliumferrocyanid (Gottlieb)
4. Cervin (Knappworst)

5. Unterfüllung aus Phosphatzement

Er präpariert in eben entfernte, retinierte, kariesfreie Sapientes occlusale Kavitäten, appliziert das Schutzmittel und bringt dann mit Sudan III gefärbtes Monomer auf. Von den Zähnen werden nach der Behandlung mit Formalin Schliffe hergestellt. Die Ergebnisse zeigen, daß die Verfärbungen im Dentin in sogenannten Vorzugsbahnen feststellbar sind. Diese sind jedoch nicht immer leicht auffindbar. Deshalb verwendet der Autor lediglich die Verfärbung der Pulpa selbst als Grad der Durchdringung. Nach diesen Untersuchungen sind Kavitätenschutzlacke als Pulpenschutz unter Kunststofffüllungen ungeeignet, weil sie monomerlöslich sind.

DAUSCH (17) weist auf die Gefahr der Pulpenschädigung aller Autoacrylate hin und geht dabei besonders auf die Präparate Palavit und Sevriton ein. Er empfiehlt als Pulpenschutz das Legen der Füllung auf noch nicht abgebundenen Phosphatzement. Untersucht werden folgende Pulpenschutzmittel:

1. Gottlieb'sche Lösung
2. Adhäsivlack (De Trey)

Es werden Kavitäten in jugendlich extrahierte Zähne gelegt und teils mit, teils ohne Pulpenschutz

mit Sevriton gefüllt. Ohne Schutz ergeben sich bei der histologischen Auswertung Hämorrhagien, Infiltrate (Rundzellen) je nach der Länge der Liegedauer. Bei Anwendung von Adhäsivlack treten ähnliche Befunde auf. Nach der Applikation von Gottlieb'scher Lösung zeigen sich sogar schwerere Schäden, als ohne Schutz.

KALDEN (29) begründet ausführlich die Notwendigkeit eines Pulpenschutzes. Er untersucht das Präparat Unifolan. Kavitäten von extrahierten Zähnen werden mit gefärbtem Monomer und mit gefärbter Phosphorsäure gefüllt, nachdem sie mit Unifolan behandelt wurden. Die Zähne werden anschließend geschnitten und im Auflichtmikroskop betrachtet. Es zeigt sich keine Farbdurchdringung des Lackes in das Dentin.

ZANDER (73) inauguriert als Pulpenschutz unter Silikatfüllungen kalziumhydroxydhaltige Verbindungen. Als Mittel zur Sensibilitätsminderung unter Kunststofffüllungen nennt er Klebemittel und Primer, deren Wirkungsweise noch nicht bekannt ist.

In einer weiteren Veröffentlichung empfiehlt KALDEN (30) nachdrücklich das Präparat Unifolan. Eigene Untersuchungen liegen dieser Empfehlung nicht zugrunde.

KALDEN und WETTER (32) nennen drei Forderungen für einen Dentinwundverband.

1. Bakteriendurchlässigkeit
2. Physikalische- und
3. Chemische Reizunterbrechung

Es wird die Applikation von Unifolan mit einigen adjuvierenden Maßnahmen beschrieben.

Ebenfalls mit dem Präparat Unifolan befaßt sich eine weitere Veröffentlichung von KALDEN und WETTER (33). Als Pulpenschutz werden genannt:

1. Zinkoxyd-Eugenol
2. Zinkoxydphosphatzement
3. Kalziumhydroxyd-Zement
4. Imprägnierung nach Gottlieb und anschließende Phosphatzementunterfüllung

Die Autoren weisen auf die Verwendung von Polyamiden in der Allgemeinmedizin hin. Folgende Untersuchungen werden durchgeführt:

Die Öffnungen von Glasröhren werden mit einem Film aus Unifolan einseitig verschlossen. Darauf werden die Glasröhren mit Monomer und mit Phosphorsäure gefüllt und auf Kunststoffpulver beziehungsweise auf Zementpulver gestellt. An Hand einer Abbindung des Füllungsmaterials wäre eine Durchdringung des Schutzfilmes nachweisbar. Dies ist bei Unifolan nicht der Fall. Außerdem werden die lackierten Zähne von jugendlichen Individuen gefärbten Monomer- und Phosphorsäurelösungen ausgesetzt. Bei der histologischen Betrachtung zeigt sich keine Durchdringung des Dentins mit den Testlösungen.

RAUTMANN und RITZE (55) betonen die Schwierigkeit bei der objektiven Untersuchung der Wirksamkeit von Pulpenschutzlacken. Sie bezeichnen die Übertragung von Tierversuchen auf die Verhältnisse beim Menschen als fraglich und berufen sich dabei auf Seelig, Lefkowitz (1950)

und Zander(1951). Bei in vivo - Versuchen ist eine erhebliche individuelle Variationsbreite festzustellen. Als Parameter werden das Alter, die Resistenz der Pulpa, des Zahnhalteapparates und des Gesamtorganismus, der Kariesbefall, die Pulpenirritation, das Präparationstrauma und das Extraktionstrauma genannt. Die Autoren führen die Monomerschäden unter Kunstharzfüllungen auf die ungesättigte chemische Bindung, die starke Kapillaraktivität und die Lösungsmittelwirkung auf Lipoide zurück. Als Zeitpunkt für die Schädigung wird die Abbindephase angenommen. Insgesamt sollen nach Maeghins (1952) 2,5 Prozent Restmonomer in Kunstharzfüllungen vorhanden sein. Schäden durch das Aktivierungssystem werden wegen der geringfügigen Konzentration nicht angenommen. Untersucht werden 45 Zähne mit und ohne Pulpenschutz, deren Kavitäten mit Palavit, Palavit F und Orthofill versorgt werden. Außerdem werden 26 Stümpfe für Jackettkronen und 4 Kavitäten an Hundereißzähnen mit Schutzlack behandelt. Nach einer Liegedauer der Füllungen von 6 - 39 Tagen werden die Zähne geschnitten. Der Versuch wird teils in vitro, teils in vivo durchgeführt. Als Pulpenschutz finden Verwendung:

1. Petroläther - Polyisobutylenlösungen
2. Polyvinylacetat in Chloroform-Dispersion mit Titanoxydpigment (Pula-Pulpenschutz)

Die Versuche zeigen in vitro eine Undurchlässigkeit der Schutzlacke. In vivo werden durch individuelle Unterschiede starke Schwankungen registriert. Zusammenfassend werden für pulpenferne,

flache und kleine Kavitäten Schutzlacke als brauchbar bezeichnet.

SZNAIDERMAN (70) bestätigt die Toxizität von Silikat- und Kunststoffüllungen. Die toxische Wirkung von Silikatzement führt er auf physikalische und chemische Reaktionen durch Arsenik, Fluorsalze, Beryllium, Gehalt an Phosphor- und Kieselsäuren zurück, während andere Autoren die Porosität, die ungenügende Dichte und die Kontraktion von Silikatzementfüllungen als Noxen bezeichnen. Für die Schäden unter Kunststoffüllungen macht er das Monomer und die Katalysatoren verantwortlich. Er geht auf die Imprägnierung nach Gottlieb und die Unterfüllung mit Phosphatzement (Doublierung nach Spreter von Kreudenstein) ein und bezeichnet den Nutzen beziehungsweise die Schäden der Zink-Chlorid-Kalziumferrocyanid-Imprägnierung als umstritten.

JENTSCH (28) empfiehlt als Schutz gegen Phosphorsäure, Silikatzement, Monomer und Schwermetallsalze Unifolan.

ZACHARIAS (72) bezieht sich auf die Veröffentlichungen von Kalden über den Dentinwundverband Unifolan 1.1. Er wird in getrocknetem Zustand in Schwefelsäure, Salzsäure, Salpetersäure und Phosphorsäure eingelegt. Es können keinerlei Veränderungen an dem Schutzlack festgestellt werden. 2. Röhrrchen werden in Unifolan getaucht, sodaß am Ende ein Film aus Kavitätenlack verbleibt, der getrocknet wird. Die Röhrrchen werden teils mit Monomer, teils mit Zementflüssigkeit gefüllt und auf das jeweilige Pulver gestellt. An der

ausbleibenden Abbindung kann die Dichtigkeit dieses Kavitätenlackes festgestellt werden.

3. Messungen mit dem Oszillographen und mit Mikrothermometern. 4. Ein Univolanfilm wurde mit *Staphylococcus aureus haemolyticus* bebrütet. In keinem Fall zeigt sich ein Bakterienwachstum unter dem Schutzfilm.

NORMAN, SWARTZ und PHILLIPS (45) führen mit drei handelsüblichen Zinkoxydphosphat- und Silikatzementen Lösungsversuche durch. Die Zemente werden nach ADA-Spezifikation angerührt und als scheibenförmige Proben in Testlösungen eingetaucht. Als Lösungsmittel dienen Essigsäure, Milchsäure, Zitronensäure (von pH 4 und 5) Ammoniumhydroxyd (pH 8) und aqua destillata (pH 6). Die Lösungen sind gepuffert. Die Lösungsmittel werden nach Versuchsende getrocknet, gewogen und mit Nullversuchen verglichen. Die Zemente sind in organischen Säuren löslicher als in aqua destillata. Die Löslichkeit erreicht innerhalb der ersten 24 Stunden ihr Maximum und verändert sich dann nicht mehr entscheidend. Die Löslichkeit in den Versuchen mit pH 4 war stärker als in denen mit pH 5. Die Ergebnisse stimmen mit denen von EICHNER, LAUTENSCHLÄGER und RADNOTH überein.

PLISCHKA (52) testet das Präparat Perudent-Perutrin in Patientenversuchen. Er legt in kontralaterale Kavitäten Silikat- und Phosphatzementfüllungen mit und ohne Schutzlackapplikation. Während an den Zähnen ohne Schutz gesteigerte Empfindlichkeit und pulpitisches Beschwerden auftreten, wird an den Zähnen mit Schutzlack die

Empfindlichkeit herabgesetzt.

PLISCHKA und TSCHAMER (54) machen thermische, osmotische und chemische Reize für die Empfindlichkeit der Dentinwunde verantwortlich. Das Präparationstrauma wird beschrieben. Ihrem Präparat werden:

1. Feste Dentinhaftung
2. Eindringen in die Dentinkanälchen und Pfropfbildung
3. Alkohollöslichkeit
4. Wasser-Unlöslichkeit und
5. Basen- und Säuredichtigkeit zugeschrieben

ROTTKE (57) zählt lediglich Pulpenschutzmittel auf:

1. Cervin-Reogan
2. Gottlieb'sche Lösung
3. Caviplast
4. Fokalmin-Tector
5. Hydroxyline
6. Unifolan

ARNOLD (1) führt Hundeversuche mit Orthofill als Acrylat und Achatit als Gitterwerkstoff durch. 24 Stunden nach dem Legen der Füllungen werden die Zähne extrahiert. Bei Cervin-Reogan-Applikation und Phosphatzementunterfüllung als Pulpenschutz zeigen sich auch in Pulpennähe unter Achatitfüllungen und Kunststofffüllungen keine Pulpenalterationen. Bei Autoacrylatfüllungen ohne Schutz kommt es zu Pulpenschäden und Nekrosen.

KALDEN (31) empfiehlt als temporären Dentinwundverband Kapsidur. Er bezeichnet Lacküberzüge

auf Zelluloidbasis als ungeeignet, da sie speichellöslich seien, und eine Touchierung mit Metallsalzlösungen (Ag NO_3 , Chromsäure, Chlorzink), Phenolen und Formalinabkömmlingen als bedenklich. Cervin-Reogan-Liquid beurteilt er zwar als physiologisch unschädlich, aber als thermisch zu wenig isolierend. Das Polystyrol Kapsidur ist zwar in aromatischen Kohlenwasserstoffen und Estern löslich, nach Angaben des Autors aber säuren- und basenbeständig, hart, zäh und elastisch. Sein Lösungsmittel soll nicht pulpenschädigend sein. Leider werden diese Befunde nicht mit Experimenten belegt. Als Indikationen für Kapsidur werden der temporäre Dentinwundverband und die Hyperalgesie von Dentin und Zement genannt.

NEWCOMER (44) untersucht 5 leider anonyme Kavitätenlacke auf ihre Dichtigkeit gegenüber Phosphorsäure. Auf Linerfilme werden radioaktiv-markierte Phosphorsäure, Silikatzemente und Zinkoxydphosphatzemente mit markierter Flüssigkeit aufgebracht. Die penetrierende Noxe wird mit absorbierendem Papier aufgefangen und in einem empfindlichen Szintillationszähler ausgewertet. Dabei zeigen nur zwei Liner Säuredurchdringung.

Die Untersuchungen von CALDWELL, GALLAGHER und LIGGET (12) beziehen sich auf Schutzlacke zur Kariesprophylaxe an der Zahnoberfläche. Getestet werden bei Tetrabutylorthotitanat, Silicon-Adhäsivum und Eastman 910 an Rinderzähnen

die Entfärbung, Abschälung, Abstoßung und Wasserabweisung. Die besten Ergebnisse erzielt dabei Tetrabutyl-Orthotitanat.

Die beiden Schutzlacke Unifolan und Kapsidur werden von HEUSER und LAMMERT (27) in Patientenversuchen getestet. An 24 kariesfreien vitalen Zähnen mit gesundem Zahnbett und ohne Allgemeinerkrankungen des übrigen Organismus werden nach Applikation der Schutzlacke Silikatzementfüllungen (Syntrex) gelegt, die 17 - 90 Tage Liegedauer aufweisen. Der histologische Befund ergibt bei Kapsidur keinen unmittelbaren Zusammenhang zwischen Füllung, Kavitätenpräparation, Reizdentinbildung und pathologischen Veränderungen. Wie bei Unifolan sind keine entzündlichen Infiltrate feststellbar. Dadurch wird die Pulpenprotektion von Unifolan und Kapsidur als erwiesen angesehen.

KETTERL (34) bezeichnet den Zusammenhang zwischen Pulpitiden und Silikatfüllungen als sehr wahrscheinlich. Er untersucht nach Lackapplikation auf Indikatorpapier das Aufbringen von Zementflüssigkeit. Bei einem Versuch dringt Brontosilum rubrum, in eine Kavität eingebracht, innerhalb von 40 Stunden zur Pulpa vor. Als Schutzmittel unter Silikatfüllungen wird die Robicsek-Methode empfohlen.

Die Firma LEDERER & HABRYKA (38) nennt ihr Präparat Dasmovit bereits in Schichtdicken von

10 u dicht für Anionen und Kationen von Mineralsäuren. Außerdem soll der Lack eine gute elektrische Durchschlagsfestigkeit und thermische Isolierwirkung aufweisen und die Retention der definitiven Füllung erhöhen.

PAPPAS und MASSLER (47) betonen die Notwendigkeit des Pulpenschutzes unter Silikatfüllungen und die Testung der Pulpenschutzmittel vor ihrer Anwendung. An Rattenincisivi werden in vivo nach Schutzapplikationen Silikatzementfüllung für 7 Tage gelegt. Nach der Extraktion werden die Ergebnisse histologisch ermittelt:

Die schädigende Wirkung der Phosphorsäure wird an der Bildung von "postoperativem Dentin", an der Odontoblastendestruktion und der Pulpenentzündung abgelesen. Wegen der verschiedenen Kavitätengestalt und der Dentindicke können die Liner - nach eigenen Angaben - nicht immer exakt untersucht werden. Alle Schutzlacke vermindern die Pulpenreaktion in verschiedenen Größenordnungen. Am besten schneiden Zinkoxyd-Eugenolpasten ab. Als guter Schutz werden auch Phenol und Chembar bezeichnet, während Cal-Drox, Copalite und Handi-Liner negativ bewertet werden.

Als schädigende Agentien aus Kunststofffüllungen sieht PLISCHKA (53):

1. den Methacrylsäuremethylester und
2. das Katalysatorensystem.

Da der Methacrylsäuremethylester ein ausgezeichnetes Lösungsmittel für viele organische Stoffe ist, leicht benetzt und leicht in feinste

Poren eindringt, zeigt sich besonders unter stark getrockneten Kavitäten eine Monomerschädigung. Dies wird dadurch bewiesen, daß einem frisch extrahierten, kariessfreien, unter Spray beschliffenen Zahn mit Sudan III gefärbtes Monomer auch nach 15 Minuten nicht verfärbt, während es in einem toten, trocknen beschliffenen Zahn durch Sprünge des Dentins eindringt. Dies scheint zu bekräftigen, daß gesundes, nicht getrocknetes Dentin bei kurzer Einwirkung von Monomer nicht gefährdet ist, Austrocknen der Kavität und degenerative Vorgänge im Dentin dagegen das Eindringen von Monomer begünstigen. Als einzig sichere Pulpenschutzmittel werden Lacke angesehen, die monomerdichte Membranen bilden. Zur Untersuchung kommen folgende Präparate:

1. Krilack
2. Unifolan
3. Resinex

Die Lacke werden auf halbgeleimtes Papier aufgetragen und nach dem Trocknen mit einem Tropfen Monomer beschickt. Im durchfallenden Licht zeigen sich etwaige Durchtrittsstellen von Methacrylsäuremethylester als hellere Flecken (Papiertransparenzmethode). Bei Krilack sind die Ergebnisse nicht deutbar, da der Lack das Papier durchtränkt. Unifolan besetzt das Papier nur oberflächlich und läßt durch feine Risse Monomer hindurch. Resinex ist undurchdringlich. Weiterhin wird Filterpapier mit den Schutzlacken bestrichen und ein mit Sudan III gefärbter Tropfen Methacrylsäuremethylester auf den Proben appliziert.

Bei dieser Methode zeigen sich Resinex und Unifolan monomerdicht, da die Lackschicht durch das Filterpapier dicker ausfällt. Die Haftfähigkeit auf der Unterlage wird bei Kri als gut und bei Unifolan als schlecht bezeichnet. Eine Pulpenschädigung durch die Lacklösungsmittel soll nicht zu erwarten sein, da es zu schnell verdampft.

Mit Hilfe von Farbstoffdiffusionsversuchen untersuchen BARRIE, GILLINGS und BUONOCORE (3) ein Methyl-2-Cyano-Acrylat (Eastman 910), Zinkoxydeugenolzement, Phosphatzement und zwei nicht namentlich genannte Liner. Auf Menschen- und Rinderzähne werden die Pulpenschutzmittel aufgetragen, der gesamte übrige Zahn mit einer Wachsschicht abgedeckt und die Proben teils mit Silikatzementfüllungen, teils ohne in basische Fuchsinlösung getaucht. Das Präparat Eastman 910 erbringt die besten Ergebnisse.

KRAMER und LEE (36) weisen durch histologische Färbemethoden nach, daß nach der Anwendung von Lacken glykogensaures Dimethacrylat im Dentin und an der Füllung auftritt, das durch seine höhere Vernetzung die Haftung verbessert.

MASSLER und MANSUKHANI(39) entwickeln eine einfache und reproduzierbare Methode zur schnellen Testung von Kavitätenschutzlacken unter Silikatfüllungen vor ihrer klinischen Anwendung. Untersucht werden:

1. Zinkoxyd-Eugenolpaste mit Zinkacetat-accelerator
2. Cavitec
3. Zinkoxyd-Eugenolpaste
4. Epoxyresin
5. Silicone
6. Chembar
7. Copalite
8. Caldrex
9. Pulpadent-Liquid
10. Pulpadent-Paste
11. Kalziumhydroxyd-Pasten

Auf diese Pulpenschutzmittel lassen sie Phosphorsäure, Silikatfüllungen (S.S. White Filling Porcelain, Durodent, Petralit) und Phosphatzement (Zinkphosphatzement SS White, Black copper cement Caulk, Red copper cement SS White, ABC cement, Schäfer) einwirken. Und zwar so, daß die Schutzmittel auf Gips aufgetragen werden, der mit Bromkresolgrün- und Bromthymolblauindikator getränkt und in Glasröhrchen gefüllt ist. Mit Bromkresolgrün zeigt sich, daß unter Silikat- und Phosphatzementfüllungen die Schutzmittel 1, 2, 3, 4, 8, 9 und 10 wirksam und 5, 6, 7 weniger brauchbar sind. Wird Phosphorsäure als Noxe aufgetragen, bietet nur noch 1, 2 und 3 wirksamen Schutz; 4 erweist sich als noch tragbar. Mit Bromthymolblau als Indikator zeigen sich unter Silikat und Phosphatzementfüllungen alle Schutzmittel außer 5, 6 und 7 als brauchbar. Unter Einwirkung reiner Phosphorsäure bleiben lediglich 1 und 2 wirksam.

Die Begründung für die Anwendung von Pulpenschutzmitteln liegen für SWARTZ und PHILLIPS (67):

1. Im Abschluß der Dentinkanälchen
2. der Verhinderung des Eindringens von Säure oder anderer schädlicher Stoffe von Füllungs-materialien
3. der Verbesserung des Kavitätenrandschlusses gegen Speichelzutritt und Spaltbildung

Zur Untersuchung der Lacke wird die Tatsache benutzt, daß Fluorionen die Löslichkeit der Kalziumionen herabsetzen. Die Schutzlacke Copalite, Cavaseal und Repelac werden auf die Zahnoberfläche aufgetragen und darüber Silikat- und Kunststofffüllungen mit Fluorzusätzen gelegt. Nach der Anwendung von Schutzlacken bei Silikat-zementfüllungen kann die Durchdringung zwar nicht verhindert, aber doch auf 20 - 30 Prozent verringert werden. Bei Kunststofffüllungen sind die Lacke unwirksam. Abschließend werden erhebliche Abweichungen bei den einzelnen Zähnen vermerkt und in Zweifel gestellt, ob eine Applikation des Schutzlackes auf die Zahnoberfläche klinische Schlüsse für die Anwendung der Lacke in Kavitäten zuläßt.

Mit zehn "repräsentativen" Linern stellen WALLACE, JOHNSON und WICK (71) histologische, radiochemische und färbemethodische Versuche an. Untersucht werden 22 vitale Hundezähne und 120 extrahierte menschliche Zähne. Die Autoren berichten, daß bei verschiedenen Präparaten verschiedene Ergebnisse erzielt werden.

BERGMANN und SOEREMARK (5) lassen radioaktiv markierte Natriumionen durch Eugenol, Phenol, Imprägnol und Copalite penetrieren und werten

die Ergebnisse autoradiographisch aus. Nach ihren Untersuchungen kann kein Lack die Natriumdurchdringung wesentlich verringern.

GOING und MASSLER (25) berichten über die Ergebnisse früherer Untersuchungen bezüglich der Randdichtigkeit. Dabei werden Goldfolien, das Inlay, die Kupferamalgam- und die Silberamalgamfüllung als randdicht bezeichnet. Kunststoff-, Silikat- und Phosphatzement-, Zinkoxyd-Eugenol- und provisorische Füllungen weisen Randundichtigkeiten auf. Es folgt die Beschreibung eigener Diffusionsversuche an Zähnen mit radioaktiv markierten Salzlösungen (Na^{131}I , $\text{Na}_2^{35}\text{SO}_4$, $^{45}\text{CaCl}_2$, $^{22}\text{NaCl}$), deren Schnitte mit Hilfe von Autoradiographie ausgewertet werden. Folgende Pulpenschutzmittel werden verwendet:

1. Copalite
2. Mizzy-Poly-Liner
3. Chembar
4. Pulpadentpaste
5. Pulpadent-Liquid
6. Zinkoxyd-Eugenol
7. Zinkoxyd-Eugenol und Polystyrene
8. Phosphatzement

Die Liner vom Varnishtyp reduzieren die Randdurchdringung und verhindern die Dentindurchdringung. Bei den Linern mit Kalziumhydroxydanteil kommt es zwar zu einer Verhinderung der Dentindurchdringung, aber auch zu einer Erhöhung der Randdurchdringung. Durch die Zinkoxyd-Eugenol-Präparate tritt zwar eine gewisse Reduktion der Dentindurchdringung, aber keine Verminderung der

Randdurchdringung ein. Bei der Anwendung von Phosphatzement sind sowohl die Randdurchdringung, als auch die Dentindurchdringung erhöht. Zusammenfassend werden Copalite als wirksamster Pulpenschutz, Zinkoxyd-Eugenol als guter thermischer und galvanischer Isolator und Kalziumhydroxyd als Pulpenschutz unter Silikatfüllungen empfohlen.

PELZER (50) führt mit dem Dentinwundverband F.L. Merz Liquid-Lining Patientenversuche bei Kavitäten der Klasse II und V nach Black durch. Bei 50 beobachteten Patienten treten nach Applikation des Pulpenschutzmittels keine Pulpenreaktionen auf.

SWARTZ, PHILLIPS und CHAMBERLAIN (68) untersuchen die Dichtigkeit von Repelac, Copalite, Cavaseal, Premier und Handi-Liner gegenüber Ionen, die durch die Änderung der Leitfähigkeit von aqua destillata gemessen werden. Die Schutzlacke werden auf poröse Gläser, Dentinscheiben und Zemente aufgetragen. Alle Liner verhindern in hohem Maße den Durchtritt von Ionen. Die Ergebnisse bei den drei angewandten Versuchsbedingungen stimmen untereinander überein.

An Hand von histologischen Bildern empfiehlt BRÄNNSTRÖM (8) die Anwendung des Präparates Tubuli Tec unter Amalgamfüllungen als Pulpenschutz.

BERTELMANN (6) legt an Zähnen mit Hyperämie und pulpitis acuta serosa partialis 20 - 90 Tage verbleibende Silikatfüllungen. Sie schützt die Pulpa mit Zinkoxyd-Eugenolpaste, Reogan, Kapsidur und Unifolan. Die Ergebnisse der klinischen und der histologischen Untersuchungen werden miteinander verglichen. Dabei zeigt sich, daß bei Zinkoxyd-Eugenolpaste das histologische Bild dem klinischen entspricht. Bei Anwendung von Reogan ist der histologische Befund in 2 Fällen schlechter als der klinische. Nach Applikation von Kapsidur und Unifolan entsprechen die histologischen Ergebnisse ganz den klinischen. Durch die Anwendung der Pulpenschutzmittel treten also keine Verschlechterungen des bereits bestehenden pathologischen Befundes ein. Dadurch wird die Schutzfunktion der Kavitätenlacke als erwiesen angesehen.

GOING (24) bezeichnet bereits in der Einleitung Copalite und Zinkoxyd-Eugenol als optimale Cavityliner, weist aber gleichzeitig auf die Schwierigkeit der Permeabilitätsmessungen im Dentin ein. Die Durchdringung des Dentins wird mit Hilfe von Enzianviolett-Farblösung und radioaktiv-markierter ⁴⁵Ca-Lösung demonstriert. Bei der Farbdiffusion werden die Schnitte photographiert, bei der Durchdringung mit radioaktiven Ionen wird die Autoradiographie angewendet.

HEUSER (26) nennt folgende Mittel zur Verhinderung pulpsenschädigender Einflüsse:

1. Phosphatzement

2. Calxyl, Biocale, Endoxyl, Serocalcin,
Pulpadent, Vitapulpa

3. Reogan

4. sogenannte Primer: Kapsidur, Unifolan

Die beiden letzteren Präparate werden in Patientenversuchen an kariesfreien Zähnen unter Silikatfüllungen getestet. Dabei zeigt sich bei Kapsidur in 2 von 11 Fällen eine entzündliche Reaktion, deren Zusammenhang mit der Füllung nicht gesichert werden kann. Eine Auflockerung der Odontoblastenschicht wird nicht als unbedingt pathologisch angesehen. Bei dem Präparat Unifolan werden in 1 von 11 Fällen eine entzündliche Reaktion festgestellt, die aber ebenfalls nicht ursächlich mit der Füllung verknüpft ist. Beide Schutzmittel werden auch bei Hyperämie oder bestehender pulpitis acuta serosa partialis angewendet. Bei Zähnen mit Hyperämie zeigen sich keine kleinzelligen Infiltrate. Dagegen treten bei der Anwendung von Reogan kleinzellige Infiltrate auf. Bei einem Zinkoxyd-nelkenölpräparat werden nur geringe oder keine Infiltrate beobachtet. Besteht bereits eine pulpitis acuta serosa partialis, sind entzündliche Infiltrate vorhanden, die jedoch nicht mit Noxen aus den Füllungsstoffen zusammenhängen. Es zeigt sich kein therapeutischer Effekt im Sinne einer Reduktion oder eines Verschwindens der entzündlichen Veränderungen.

PANTKE, LEHMANN und GRAUL (46) führen radioaktive Durchdringungsversuche an kariesfreien extrahierten Zähnen durch. Als Pulpenschutzmittel finden Phosphatzement, Kapsidur, Unifolan und L.L. Merz Liquid-Lining Verwendung. Von den Zähnen werden Schnitte angefertigt und die Impulse quantitativ ausgezählt. Es zeigt sich deutlich, daß aus den mit radioaktiver Zementflüssigkeit angerührten Silikatzementfüllungen Restsäure in das Dentin eindringt. Dieses Eindringen wird von Phosphatzementunterfüllungen und Kapsidur zwar nicht gänzlich vermieden, aber doch stark gemindert. F. L. Merz erweist sich als mittelmäßiger Schutz, während Unifolan keine protektive Wirkung zeigt. Als Pulpenschutz der Wahl werden demnach Phosphatzementunterfüllungen bezeichnet. Trotz erheblichem apparativem Aufwand haben die Ergebnisse nur qualitativen Charakter, da die individuellen Unterschiede der einzelnen Zähne zu groß sind.

STÜBEN (66) weist darauf hin, daß mit der Tiefe der Kavität der Grad der Verwundung des Dentins zunimmt. Die Dentinwunde wird als - durch Austritt von Dentinliquor- sezernierende Wunde mit Verbindung zur Pulpa bezeichnet, die versorgt werden muß. Diese Tatsache wird bereits von KETTERL durch Einlage von wasserfreiem weißem Kupfersulfat in eine frisch präparierte Kavität bewiesen, das sich durch den austretenden Dentinliquor blau färbt. Es werden zentrale Kavitäten in extrahierte Molaren gelegt und ihre Kronen so abgetrennt,

daß noch eine Dentinschicht von einem Millimeter Dicke verbleibt. Die Schutzmittel werden in die Kavität eingebracht und dieselbe mit wasserlöslichen Farbstoffen, Zementsäuren und Monomer gefüllt. Die so behandelten Kronen werden in ein Gefäß mit physiologischer Kochsalzlösung eingehängt, daß sie die Flüssigkeitsoberfläche berühren. Dringt nun ein Indikatorstoff durch den Schutzlack und das Dentin, so kann das an der Schlierenbildung in der physiologischen Kochsalzlösung festgestellt werden. Nach Anwendung von Silbernitrat und Zinkchlorid tritt trotzdem eine Diffusion ins Dentin ein. Außerdem werden Degenerationerscheinungen der Pulpa befürchtet. Kieselsäureester und Fluorsalze werden als pulpentoxisch bezeichnet. Cervin-Reogan ist gegenüber Farbstoffen und Zementsäuren dicht. Kavitätenlacke hingegen sind weder "zementsäure"- noch monomerdicht und zeigen durch ihre Lösungsmittel toxische Wirkungen. Die Anwendung von Phosphatzementunterfüllungen in Pulpennähe wird wegen der schädigenden Wirkung als bedenklich bezeichnet. Zinkoxydnelkenöl läßt nur eine geringe Durchdringung zu und wirkt pulpenkalmierend und desinfizierend.

Die Wirksamkeit eines Copalharzvarnish (wahrscheinlich Copalite) testen BARBER, LYELL und MASSLER (2). An extrahierten Zähnen werden ein- und mehrflächige Kavitäten mit Silberamalgam gelegt, nachdem der Schutzlack appliziert wurde. Die Zähne werden bis zu den Füllungsrandern mit Wachs überzogen und in

radioaktiv-markierte Lösungen ($\text{Na}_2^{35}\text{SO}_4$, $^{45}\text{Ca Cl}_2$) und in eine Toluidinfarblösung für eine Woche eingehängt. Mit Hilfe der Autoradiographie wird die radioaktive Durchdringung, die Farbdurchdringung an Hand von Photographien von Schliffen ausgewertet. Ohne Schutzlack unter der Füllung zeigt sich sowohl bei der radioaktiven, als auch bei der Farbversuchsreihe eine Durchdringung bis weit in das Dentin und in die Pulpa. Die Ergebnisse sind bei jugendlichen Patienten konstant, während sie bei älteren je nach Sklerosierungsgrad variieren. Wird nur der Kavitätenboden mit dem Schutzlack abgedeckt, so kommt es zur Durchdringung des Randspaltes, selten aber zu einem Eindringen ins Dentin. Bei einer halbseitigen Anwendung in einer Kavität wird lediglich die ungeschützte Seite der Kavität durchdrungen. Wird die gesamte Kavität versiegelt, so resultiert daraus eine völlige Unterbindung der Durchdringung des Randspaltes und des Dentins. Die Autoren sind der Meinung, daß frisch gestopfte Amalgamfüllungen nicht randdicht sind, sondern daß diese Eigenschaft erst bei längerer Liegedauer im Mund durch Einlagerung von Korrosionsprodukten und/oder Speichelbestandteilen eintritt. Es wird die Frage gestellt, wie lange die gute Randdichtigkeit bei Anwendung von Copalharzvarnissen anhält und ob in vitro - Versuche auf die Verhältnisse am Patienten Übertragbar sind.

BARTELT (4) sieht die Restphosphorsäure als Noxe der Silikatzemente an. Durch pH-Messungen weist er nach, daß Silikat- und Steinzemente bedeutend saurer reagieren als Phosphatzemente. Ebenfalls durch pH-Messungen prüft er die Dichtigkeit folgender Lacke gegenüber Zementrestsäure:

1. Unifolan

2. Kapsidur, Poroclaustria, Isotec, Caviplast, Copalite, S.S. White-Lack

Die Schutzlacke werden auf poröse Gläser (Fritten) aufgetragen, die in Glasröhren eingeschmolzen sind, mit Phosphorsäure mit pH 3 überschichtet und die Versuchsgefäße in aqua destillata eingehängt. Die Änderung des pH der Spülflüssigkeit zeigt eine Durchdringung des Lackes und der Glasfritten durch Füllungsbestandteile an. Alle untersuchten Lacke außer Isotec erweisen sich als nicht dicht. Thymozin, Phosphatzement und Dycal isolieren gut, während Pulpal keine ausreichende Penetrationsbarriere darstellt.

EAMES und HOLLENBACK (20) messen bei verschiedenen Linern die Schichtdicke, die für sie entscheidend ist, ob ein Lack bis zum Kavitätenrand appliziert werden darf. Die Applikationsform mit einer Zobelhaarbürste wird variiert. Bei Caulk Varnish ergeben sich Werte zwischen 3 und 5 u, bei Copalite 1 - 3 u, bei Hydroxyline 6 - 44 u, bei Mizzi-liner 10 - 22 u. Eine Dicke von mehr als 15 - 20 u wird für eine Applikation auch an den Kavitätenrändern als nicht mehr tragbar angesehen.

LANGELAND und LANGELAND (37) legen an Affenzähnen mit Tritium markierte Kunststofffüllungen mit einer Liegedauer von 83 Tagen. Die mit Autoradiographie und histologischen Methoden ausgewerteten Schnitte zeigen trotz Schutzlackapplikation, daß an allen Zähnen Monomer durchgedrungen ist.

SWARTZ, PHILLIPS, NORMAN und NIBLACK (69) untersuchen die Präparate Chembar, Copalite, Dycal und Cavitec unter Phosphatzement (Tenacin) und Silikatzementfüllungen (New Filling Porcelain). Als Methoden verwenden sie die Messung der Stromleitfähigkeit und des pH in aqua destillata. In dieses werden poröse Gläser getaucht, auf die teils mit, teils ohne Versiegelung mit Kavitätenlack Silikat- und Phosphatzementfüllungen gelegt werden. Ohne die Anwendung von Lacken ergeben sich Stromstärkeänderungen von 0,3 uA und pH-Änderungen von 0,8 - 0,9 pH. Dabei ist diese Größenordnung der Änderung gering im Verhältnis zu der, die bei den verschiedenen Präparaten auftreten. Durch Legen einer Phosphatzementunterfüllung lassen sich die Werte von Silikatzement um die Hälfte verbessern. Bei Anwendung des Kalziumhydroxydpräparates Dycal steigen die Werte des pH um 0,5 pH und die Stromstärkeänderung beträgt 0,3 uA. Keine Veränderung des pH-Wertes zeigt sich bei den Werten von Cavitec, während die Stromstärkeveränderung 1,7 uA aufweist. Außerdem werden in gesunde extrahierte Molaren auf einer Juwelierbank

genormte Kavitäten gelegt, die mit und ohne Schutz durch radioaktiv markierte Silikatzement- und Phosphatzementfüllungen verschlossen werden. Nach einer Stunde, 1 und 6 Tagen Liegedauer werden die Füllungen entfernt, 3 Schnitte im Abstand von 0,5 Millimeter hergestellt und deren Radioaktivität gezählt:

Copalite reduzierte die Durchdringung des Dentins mit Restsäure auf 30 Prozent, Dycal auf 5 Prozent und Cavitec auf 2 Prozent. Die bis zu 100-prozentige Streuung in den Werten machen nach Meinung der Autoren hohe Versuchszahlen notwendig. Nach den Ergebnissen vermindern Varnisher zwar die Penetration, können sie aber nicht verhindern. Als Mittel der Wahl werden Cavitec und Dycal bezeichnet.

DACHI und STIGERS (16) testen in klinischen, thermischen und mikroskopischen Untersuchungen die Pulpenreaktion unter Amalgamfüllungen ohne Vorbehandlung der Kavität, nach Anwendung von Copalharzvarnish und von Copalharzvarnish mit Prednisolon.

GODT und BÖSSMANN(23) weisen in ihren Versuchen mit Hilfe von Hemmhofbildungen in Kolonien von *Escherichia coli* und *Staphylococcus aureus* die toxische Wirkung von Addent 35 nach. Es zeigt sich, daß die nicht vermischten Addentkomponenten (Füllmasse, Katalysator) Hemmhöfe bilden, die Liner selbst (in Aceton gelöste Kunststoffe) jedoch nicht. Nach einmaligem Überzug der Prüfkörper werden die Hemmhöfe zwar kleiner, aber

selbst aus älteren Proben treten noch toxische Substanzen aus. Sogar ein mehrmaliges Beschichten mit dem Schutzlack ergibt keine absolute Dichtigkeit. Die Anwendung von Pulpenschutzmitteln ist also nötig, da Kunstharzfüllungen noch nach Wochen toxische Stoffe abgeben.

STANLEY, SWERDLOW und BUONOCORE (64) führen mit histologischen Untersuchungen Pulpenreaktionsprüfungen durch. An 293 kariesfreien Zähnen werden Kavitäten der Klasse V präpariert. Davon werden 49 mit Zinkoxyd-Eugenol Füllungen, 55 mit Silikatfüllungen, 91 mit Eastmanprodukt (davon 58 mit Waschlösung vorbehandelt) und 98 mit einem 3M-Produkt (davon 58 mit 3M Addent cavity Vinylcopolymerliner vorbehandelt) versorgt. Innerhalb von 1 - 127 Tagen erfolgte die Extraktion und die mikroskopische Auswertung. Liegen 3M-Füllungen ohne Liner, so werden umso mehr Pulpenreaktionen beobachtet, je länger die Füllung liegt. Bei Füllung mit 3M-Liner sind die Durchschnittswerte zwar anfangs erhöht, später häufen sich aber die Werte mit minimaler, beziehungsweise keiner Pulpenantwort auf die Füllungsnoxe. Deshalb bietet der Liner also keinen genügenden Schutz.

CASTAGNOLA und GARBEROGLIO (13 und 14) teilen die Pulpenschutzmittel in zwei gleichlautenden Veröffentlichungen in zwei

Gruppen ein:

1. Typische Kavitätenlacke (Kopal, Kolophonium, synthetische Gummisorten in organischen Lösungsmitteln)
2. Cavity-Liner (Lösungen von natürlichem oder synthetischem Gummi mit Kalziumhydroxyd und Zinkoxyd in Suspension wie Hydroxyline-Liner, Handi-Liner)

Bezüglich der thermischen Isolation unter Amalgamfüllungen werden Zinkoxyd-Eugenolpasten, Phosphatzement und Kalziumhydroxydpräparate als gut bewertet. Lacke sollen auch den Randspalt verringern. Eine "angemessene Unterlage" soll die Restsäuredurchdringung unter Silikatfüllungen nachweislich verringern. In flachen Kavitäten soll der Schutzlack lediglich auf die Unterfüllungen, in tiefen Kavitäten unter und auf die Unterfüllung angewendet werden. Die Lacke werden als in Wasser praktisch unlöslich, in Zitronensäure zu 1,2 Prozent und im Mundhöhlenmilieu auf Zementunterlage als "wahrscheinlich nicht" löslich bezeichnet. Die Dicke der Lacke wird als unterschiedlich angegeben und mehrmaliges Auftragen als nicht sinnvoll genannt. Kavitätenlacke sollen unter Silberamalgamfüllung bis zum Kavitätenrand, unter Silikatfüllungen nur am Kavitätenboden angewendet werden. Kunstharzfüllungen verlangen spezielle Lacke. Unter Inlays, Kronen und Mantelkronen ist der Lackschutz umstritten.

Die Schutzfunktion eines Polystyrenlackes mit

Kalziumhydroxyd und Zinkoxydzusätzen unter Silikatzementfüllungen untersuchen CLARK und HAMPSON (15). Nach einer Liegedauer von 25 Tagen zeigen sich bei der histologischen Auswertung keinerlei Pulpenveränderung, da

1. der Liner selbst keinen Einfluß auf die Pulpa ausübt
2. Kalziumkomponente mit der freien Phosphorsäure reagiert und
3. das Reaktionsprodukt Kalziumphosphat fein verteilt im Lackfilm verbleibt.

EICHNER, LAUTENSCHLÄGER und v. RADNOTH (21) führen mit 8 Dentalzementen Löslichkeitsversuche durch. Als Faktoren der Löslichkeit werden genannt:

1. die Konzentration der Lösung
2. die Versuchsdauer
3. die Form der Probe
4. die Art der lösenden Flüssigkeit
5. die Temperatur des Lösungsmittels
6. die Oberflächenbeschaffenheit der Probe
7. die Turbulenz der lösenden Flüssigkeit
8. das Anmischverhältnis des Zementes

Die Präparate werden entsprechend der Vorschriften der ADA angerührt, 1 Stunde bei 100-prozentiger Luftfeuchte gelagert und dann in 50 Kubikzentimeter Wasser 1, 2, 3, 6 und 12 Tage belassen. Die Proben werden nach Versuchsablauf bis zur Gewichtskonstanz getrocknet und mit Hilfe von Wägeversuchen die in Lösung gegangene Substanz ermittelt. Aus der bis zur Gewichtskonstanz benötigten Trocknungszeit wird auf die aufgenommene Menge

an Lösungsmittel geschlossen. Eine Versuchsreihe mit künstlichem Speichel zeigt, daß wegen des Ausfallens von Speichelbestandteilen auf den Zementprüfkörpern exakte Messungen unmöglich sind.

Nach Angaben von MOFFA, RAZZANO und FOLIO (42) ist die Applikation von Lacken (Copalite) im Rahmen des Gebrauchs von Stiftretentionen die Randdurchdringung deutlich verringert und somit die Indikationen zur Lackanwendung gegeben.

MOTSCH (43) begründet die Notwendigkeit der Dentinwundversorgung. Lacke sollen, nach seinen Angaben, durch Schrumpfung Risse aufweisen. Ihr Lösungsmittel soll selbst pulverschädigend sein. Eine Dichtigkeit gegenüber Säure und Monomer wird den Lacken abgesprochen. Ihre thermische Isolation wird als ungenügend bezeichnet. Zur Vorbehandlung der Kavität werden Zinkoxyd-Eugenol, Kalziumhydroxydpasten, Cervin-Reogan oder Kalziumhydroxyd ausfällende Lacke empfohlen.

BLAHOVA, NEUMANN und VACEK (7) berichten über ihre Erfahrungen mit Tector als Dentinwundverband bei Kronenpräparationen, da nach ihren Erfahrungen dabei immer eine Hyperämie auftritt. In 40 Patientenversuchen werden bei 10 - 15-jährigen Kindern Prämolaren für eine Mantelkrone mit Schulter beschliffen und die Hälfte der Präparationen mit Tector behandelt. Nach 2 Wochen werden die Zähne

extrahiert und ihr histologisches Bild bewertet. Bei den Zähnen ohne Applikation von Tector ergibt sich, daß die regelmäßige Ordnung der Odontoblasten durch größere Vakuolen gestört, die scharfe Grenze zwischen Odontoblasten und Prädentin verwischt ist und Odontoblastenkerne in Prädentinkanälchen verlagert sind. Zum Pulpenzentrum hin werden kleine Vakuolen festgestellt. Die Blutgefäße sind mit Blutkörperchen überfüllt und vereinzelt zeigen sich entzündliche Infiltrate. Dagegen sind alle Zähne, die mit Tector behandelt waren, bis auf 3, die Vakuolen aufweisen, ohne pathologische Befunde. Tector wird somit als wirkungsvoller Pulpenschutz bezeichnet.

Nach BRÄNNSTRÖM und NYBORG (9, 10) verhindert ein Kavitätenlack die Undichtigkeit der Füllung, die die Ursache für entzündliche Pulpenveränderungen sein kann. Er ist bei allen Füllungen indiziert, da keine einen hermetischen Randschluß gewährleistet. Zander und Silberkweit weisen bereits 1950 und 1955 für einen Polystyren-Chloroformvarnish mit Kalziumhydroxyd und Zinkoxyd die Schutzfunktion unter Silikatfüllungen nach. Der Autor stellt an einen Pulpenschutz nur geringe thermische Isolationsansprüche, da nach seiner Ansicht die kleinen und kurzfristigen Temperaturwechsel in der Mundhöhle keine allzu großen Noxen darstellen, zumal sich das Dentin nach Messungen als ein ebenso guter thermischer

Isolator erweist, wie eine Phosphatzementunterfüllung gleicher Stärke. Außerdem soll eine Phosphatzementunterfüllung folgende Nachteile aufweisen:

1. keine Verhinderung der Randdurchdringung
2. rasche Auflösung durch Sekundärkaries
3. Schwächung der Retention und der mechanischen Eigenschaften der Füllung durch Platzbeanspruchung.
4. Pulpenirritierende Bestandteile

Als hauptsächlicher Transportweg toxischer, chemischer Reize zur Pulpa werden die Dentinkanälchen angesehen. Dieser Transport geschieht durch Diffusion im sogenannten Dentinliquor durch offene "transportbereite" Dentinkanälchen, die sich durch Sensibilität bei der Präparation zeigen. In solchen Fällen ist eine Isolierung indiziert. Der Pulpenschutzlack Tubuli Tec wurde von Zander 10 Jahre mit Erfolg getestet; in letzter Zeit wurde das Präparat durch Zufügen von Fluorsalzen und bakterizidem Dijodthymol verbessert. Die Unschädlichkeit dieser Zusätze wird durch eigene histologische Versuche an kontralateralen Kavitäten unter Silikat- und Amalgamfüllungen im Vergleich mit dem ursprünglichen Präparat erwiesen. Die Kavitäten werden so tief gelegt, daß in jedem Falle bereits die Pulpa durchschimmert. Als Applikationsformen werden das Ausblasen eines am Boden der Kavität befindlichen Tropfens und die Aufbringung durch ein Pellet empfohlen.

Die pulpenschützende Wirkung unter Scutanprovisorien

beobachtet MEYER ZU NATRUP (41) nach dreimaliger Touchierung mit Tector durch einen einwandfreien Dentinkanälchenverschluß.

STARK, NICHOLSON und SOELBERG (65) untersuchen das Verhalten des Randspaltes an Silberamalgamfüllungen nach Anwendung von Isobutylcyanoacrylat-Lack und N-butylcyanoacrylat-Lack unter wechselnden Temperatur- und pH-Einflüssen. An extrahierten Zähnen werden Kavitäten der Klasse V gelegt, mit den beiden Schutzlacken behandelt, mit Silberamalgam verschlossen und in Natriumfluoridlösung (2 Prozent) von 0°, 30° und 70°C und pH 6,8, 7,0, 7,2 und 7,4 gelegt. Die Durchdringung des Randspaltes wird mit kurzweiligem UV-Licht untersucht. Weiter werden an Affenzähnen in vivo ebenfalls Silberamalgamfüllungen gelegt. Teilweise werden die Tiere mit fluoridiertem Wasser gefüttert, teilweise werden die Zähne nach 5 Tagen extrahiert und in Natriumfluorid und in ^{14}C Glucosebäder gelegt. Die in ^{14}C gelegten Zähne werden autoradiographisch ausgewertet. In den Versuchen mit Fluor ergeben sich bei simulierten Mundhöhlenverhältnissen nur geringe Randdurchdringungen. Bei Verwendung von ^{14}C wird der Randspalt deutlich sichtbar, da eventuell der Cyanoacrylatfilm im Mundhöhlenmilieu aufgelöst wird.

KOBES und BRÜCKNER (34) stellen Untersuchungen über die Versorgung des beschliffenen Kronenstumpfes an. Relativ kariesfreie, eben extrahierte oder kurz in physiologischer Kochsalzlösung

gelagerte Zähne (incisivi, canini, prae-molares) werden präpariert, mit dem Schutz-lack behandelt und in ein mit Sudan III gefärbtes Monomerbad gehängt. Die von den Zähnen hergestellten Schliffe werden im Auflichtmikroskop ausgewertet. Ohne Schutz ergibt sich in 25 Prozent der Fälle eine geringe, in 75 Prozent eine starke Farbdurchdringung. Nach Anwendung von 25-prozentiger Silbernitratlösung, die mit Röntgenentwickler reduziert wird, zeigt sich in 50 Prozent der Fälle keine und in 50 Prozent nur geringe Dentindurchdringung. Paraffinöl bewirkt keinerlei Schutz vor Durchdringung. Außerdem werden präparierte Sapientes mit und ohne Schutz 45 Minuten in ein mit ^{14}C markiertes Monomerbad getaucht. Ohne Schutz treten bei 55 Prozent der Zähne keine und bei 45 Prozent geringe und starke Durchdringung auf. Nach Behandlung der Kavitäten mit Silbernitrat:

70 Prozent ohne, 10 Prozent mit geringer und 20 Prozent mit starker Durchdringung des Dentins. Bei Anwendung von Copalite ist in 70 Prozent keine, in 30 Prozent geringe und in 10 Prozent starke Durchdringung feststellbar. Ein eigenes Präparat 44 aus

1. Vanadium in konzentriertem Natriumkarbonat und
2. Strontiumchlorid in Wasser, Formaldehyd und

Glycerin zeigt in 78 Prozent der Fälle eine geringe Durchdringung. Copalite, Silbernitrat und das selbst entwickelte Präparat 44 werden besonders bei günstigen Bedingungen als geeigneter Pulpenschutz bezeichnet.

PLANT und TYAS (51) messen vergleichsweise die pH-Werte von Dropsin, S.S. White cavity-lining, Zinkoxydphosphat- und Zinkoxydeugenol-zement und beschreiben ihre Auswirkungen auf die Pulpa. Dabei ist kein Zusammenhang zwischen dem pH der Liner und den Veränderungen der Pulpa, die sie hervorrufen, feststellbar. Die Autoren machen für die Pulpenirritation die Wasserabsorption der Liner verantwortlich.

DEMMELE (18) stellt fest, daß die zahnärztlichen Füllungswerkstoffe in der Regel eine die Pulpa schützende Unterfüllung (besonders bei tiefen Kavitäten) benötigen. Er trägt auf poröse Gläser (Fritten) die jeweilige Unterfüllung auf und überschichtet sie mit Zementflüssigkeit. In einem darunter befindlichem aqua destillata-Bad führt er pH-Messungen durch. Durelon, Havard-Phosphatzement, Oxycap Polyacrylsäurezement, Vival EBA-Zement zeigen keinerlei oder nur geringfügige Veränderungen des pH nach einem Tag. Beim Zinkoxydeugenolpräparat Kalsogen sinkt der pH nach einer Stunde von 5,8 auf 3,4, bei Unifolan von 5,0 auf 3,5. De Trey's New cavity lining läßt nach einem Tag den pH von 5,0 auf 7,6 ansteigen, Dycal von 6,4 auf 9,5. Tector wird bereits nach einer Stunde fast völlig durchdrungen und zeigt einen pH-Abfall von 5,8 auf 2,9. Alle Zemente sind also säuredicht. Zinkoxydeugenol und Unifolan verzögern zwar den Durchtritt, aber sie vermindern ihn nicht. Absolut säuredicht sind New cavity lining und Dycal. Die unbefriedigenden Ergebnisse bei Tector scheinen

darin begründet zu sein, daß selbst bei 80-facher Vergrößerung im Mikroskop die Lackschicht nur sehr schwer feststellbar ist. Bezüglich der ther. ischen Isolation kommt der Autor an Hand von Versuchen zu dem Schluß, daß Dentin in Annäherung dieselbe Wärmedämmung aufweist, wie Zementunterfüllungen und es also nicht angebracht scheint bei der Präparation Dentin lediglich zur Platzbeschaffung für eine Unterfüllung zu opfern. Die Dichtigkeit gegenüber Bakterien wird in Farbdurchdringungsversuchen getestet, basierend auf der Erfahrungstatsache, daß die Bakteriendurchdringung in Annäherung der Durchdringung mit Säurefuchsin entspricht. Auf Pulpenschutzproben, die auf Filterpapier aufgetragen sind, werden Röhrchen mit Säurefuchsin gestellt. Bei New cavity-lining zeigt sich keine Verfärbung des Filterpapiers, bei Unifolan tritt sie nach 1 - 2 Minuten und bei Tector bereits nach Sekunden ein. Nach diesen Untersuchungen werden Phosphatzementunterfüllungen und Touchierungen mit New cavity lining als gut wirksam bezeichnet.

BRÄNNSTRÖM und NYBORG (11) sehen die Ursachen der Pulpenirritationen neben den Noxen der Füllungen selbst auch in der Randdurchlässigkeit der Füllungsmaterialien. Dabei ist noch unklar, ob die schädigenden Stoffe durch den Randspalt diffundieren oder im Randspalt eine Vermehrung von Bakterien möglich ist. Kontralaterale

Prämolaren-Kavitäten werden mit und ohne Anwendung von Tubulitec durch Silikat-zement, Adaptic, Addent 12 und DFR verschlossen. Die Füllungen werden 1 - 8 Wochen belassen, dann werden die Zähne extrahiert, geschnitten und ihre histologischen Bilder bezüglich der Präsenz in der Kavität ausgewertet. Unter Silikatfüllung sind in ungeschützten Kavitäten von 40 Zähnen lediglich 7 ohne eine Bakterien-durchdringung. Bei 33 Kavitäten sind die Kavitätenwände, bei 20 Kavitäten die Wände und das Dentin in Richtung Pulpa, und bei 2 sogar die Pulpa von Bakterien durchdrungen. Werden die Kavitäten vor dem Legen der Füllung mit Tubuli Tec behandelt, so erhöht sich die Zahl der bakterienfreien Kavitäten auf 37. Lediglich in 3 Fällen sind die Kavitätenwände und das Dentin durchdrungen. Unter Füllungen mit Kompositionskunststoffen stellen sich 10 als bakterienfrei, 56 als an den Kavitätenwänden, 19 als an den Kavitäten und im Dentin und 3 bis zur Pulpa durchdrungen heraus. Durch die Anwendung von Tubulitec konnte unter allen Kunststoffüllungen die Bakteriendurchdringung vermieden werden. Als Ergebnis wird die Bedeutung der Randdichtigkeit von Füllungen für die Gesunderhaltung der Pulpa betont, die durch Tubuli Tec außerordentlich effektiv gewährleistet wird.

C Zusammenfassung der experimentellen Methoden,
Ergebnisse und der verwendeten Pulpenschutz-
mittel

1. Autor
2. Methodik
3. Pulpenschutzmittel (mit Beurteilung)
4. Applizierte Noxe

1. SCHULZ (60)
2. Phantom, Indikatorpapier
3. Protector (+)
4. Silikatfüllungen

1. PASSOW (48)
2. Tonzellenversuche
3. 3-Komponentenlack
4. Gefärbtes Monomer

1. SCHUBERT (59)
2. Tierversuche, Histologie
3. Toluol (-), Obturasol (-), Imprägnol (-),
Protector (+), Lackschichtverfahren nach Wannemacher (+), Phosphatzement (+), Calxyl (+)
4. Gefärbte (Eosin, Methylenblau, Säurefuchsin) Phosphorsäure

1. SPRETER VON KREUDENSTEIN (63)
2. Tierversuche, Histologie
3. Gottlieb'sche Lösung, Phosphatzement weich (+)
4. Gefärbtes (Sudan III) Monomer

1. MEIGATTER (40)
2. Patientenversuche (Pulpenreaktion?)
3. Chloroform + Guttapercha + Asbestkämpchen +
Zinnfolie (+)
- 4.

1. REICH (56)
2. in vitro sapientes histologisch
3. Kavitätenlacke (-)
4. Gefärbtes (Sudan III) Monomer

1. DAUSCH (17)
2. Zähne in vitro histologisch
3. Gottlieb'sche Lösung (-), Adhäsivlack (-)
4. Sevriton

1. KALDEN (29)
2. Zähne in vitro, Auflichtmikroskop
3. Unifolan (+)
4. Gefärbtes Monomer und gefärbte Phosphorsäure

1. KALDEN und WETTER (32)
2. Phantom Glasröhrchen mit Lackfilm,

3. Unifolan (+)
4. Phosphorsäure, Monomer

1. RANTMANN und RITZE (55)
2. Zähne in vivo und in vitro, histolog.
3. Petroläther- Polyisobutyllösung (±), Polyvinyl-
acetat in Chloroform-Dispersion mit Titanoxyd-
pigment (Pula (±))
4. Palavit, Palavit F, Orthofill

1. ZACHARIAS (72)
2. Phantom, Glasröhrchen mit Lackfilm und Füllungspulver darunter
3. Unifolan (+)
4. Monomer, Phosphorsäure, Staphylococcus aureus

1. NORMAN, SWARTZ und PHILLIPS (45)
2. Wägeversuche
3. Zemente
4. Essigsäure, Milchsäure, Zitronensäure, Ammoniumhydroxyd, aqua destillata

1. PLISCHKA (52)
2. Patientenversuche, Klinisch
3. Perudent (+)
4. Silikat- und Phosphatzement

1. ARNOLD (1)
2. Hundeversuche in vivo
3. Cervin-Reogan (+); Phosphatzement (+)
4. Silikat, Autoacrylat

1. NEWCOMER (44)
2. Szintillationsmessungen
- 3.
4. Silikat-, Phosphatzement, Phosphorsäure

1. CALDWELL, GALLAGHER und LIGGET (42)
2. Rinderzähne in vitro
3. Tetrabutylorthotitanat (+), Siliconadhäsivum, Eastman 910
4. Tinte, Wasser

1. HEUSER und LAMMERT (27)
2. Patientenversuche, histologisch
3. Unifolan (+), Kapsidur (+)
4. Silikatfüllungen

1. KETTERL (34)
2. Phantom, Indikatorpapier
3. Brontosilum rubrum, Robiscek-Methode (+)
4. Zementflüssigkeit

1. PAPPAS und MASSLER (47)
2. Rattenzähne in vivo, histologisch
3. Caldrex (-), Copalite (-), Handi-Liner (-),
Zinkoxyd-Eugenol (+)
4. Silikatfüllungen

1. PLISCHKA (53)
2. Zähne in vitro, halbgeleimtes Papier, Filterpapier,
Farbstoffdiffusion
3. Krilack, Unifolan (+), Resinex (+)
4. Gefärbtes (Sudan III) Monomer

1. BARRIE, GILLINGS und BUONOCORE (3)
2. Farbstoffdiffusion, Menschliche Zähne und Rinderzähne
in vitro
3. Eastman 910 (+), Zinkoxyd-Eugenolzement, Phosphatzement
4. Fuchsinlösung

1. MASSLER und MANSUKHANI (39)
2. Gefärbter (Bromkresolgrün, Bromthymolblau) Gips
in Glasröhrchen
3. Zinkoxyd-Eugenol mit Zinkacetataccelerator (+),
Cavitec (+), Epoxyresin (+), Silicone (-),
Chembar (-), Copalite (-), Caldrex (+)

Pulpadent liquid(+), Pulpadentpaste (+),
Kalziumhydroxydpaste (+)

4. Phosphorsäure, Silikatfüllungen, Phosphat-
zementfüllungen

1. SWARTZ und PHILLIPS (67)
2. Zähne in vitro, Kalziumlöslichkeit bei Fluorionen
3. Copalite (±), Cavaseal (±), Repelac (±)
4. Silikat- und Kunststofffüllungen mit Fluorzusätzen

1. WALLACE, JOHNSON und WICK (71)
2. histologisch, radiochemisch, färbemethodisch,
Hundezähne, menschliche Zähne in vitro
- 3.
- 4.

1. BERGMANN und SOEREMARK (5)
2. Zähne in vitro, Autoradiographie
3. Eugenol (-), Phenol (-), Imprägnol (-),
Copalite (-)
4. ²²Na

1. GOING und MASSLER (25)
2. Zähne in vitro, Randdurchdringung, Autoradiographie
3. Copalite (+), Mizzy-Poly-Liner (±), Chembar (±),
Pulpadentpaste (±), Pulpadentliquid (+), Zink-
oxyd-Eugenolpaste (-), Zinkoxyd-Eugenol mit Poly-
styrene (-), Phosphatzement (-)
4. Na ¹³¹I, Na₂ ³⁵SO₄, ⁴⁵Ca Cl₂, ²²Na Cl

1. PELZER (50)
2. Patientenversuche klinisch
3. Liquid-Lining (+)
- 4.

1. SWARTZ, PHILLIPS und CHAMBERLAIN (68)
2. Dentinscheiben, Jonendurchdringung, Leitfähigkeitsveränderung von aqua destillata
3. Repelac (+), Copalite (+), Premier (+), Handi-Liner (+)
4. Jonen

1. BERTELMANN (6)
2. Zähne in vivo histologisch
3. Zinkoxyd-Eugenolpaste (+), Reogan (±), Kapsidur (+), Unifolan (+)
4. Silikatfüllungen

1. GOING (24)
2. Dentin in vitro, Farbstoffdiffusion, Autoradiographie
3. Copalite (+), Zinkoxyd-Eugenol (+)
4. Enzianviolett, ⁴⁵Ca

1. HEUSER (26)
2. Zähne in vivo, histologisch
3. Unifolan (+), Kapsidur (+)
4. Silikatfüllungen

1. PANTKE, LEHMANN und GRAUL (46)
2. Zähne in vitro, Impulszählung
3. PHOSPHATZMENT (+), Kapsidur (+), Unifolan (-), Liquid-Lining (±)
4. Radioaktiv-markierte Silikatfüllungen

1. STÜBEN (66)
2. Schlierentransparenzmethode Zähne in vitro
3. Cervin-Reogan (+), Kavitätenlacke (-), Zinkoxyd-nelkenöl (+)
4. Farbstoffe, Zementsäure, Monomer

1. BARBER, LYELL und MASSLER (2)
2. Zähne in vitro, Autoradiographie, Farbstoffdiffusion
3. Kopalharzvarnish (±)
4. $\text{Na}_2^{35}\text{SO}_4$, $^{45}\text{Ca Cl}_2$, Toluidin

1. BARTELT (4)
2. Phantom pH-Messung
3. Unifolan (-), Kapsidur (-), Poroclaustria (-), Isotec (+), Caviplast (-), Copalite (-), S.S. White Lack (-), Thymozin (+), Phosphatzement (+), Dycal (+)
4. Phosphorsäure

1. LANGE LAND und LANGE LAND (37)
2. Affenzähne in vivo, Autoradiographie, histolog.
3. (-)
4. Kunststoffüllungen

1. SWARTZ, PHILLIPS, NORMAN und NIBLACK (69)
2. Zähne in vitro, Phantom-Fritten, Szintillationszählung, pH und Stromleitfähigkeit
3. Chembar, Copalite (±), Dycal (+), Cavitec (+), Phosphatzement (±)
4. Phosphat, Silikatzementfüllungen

1. DACHI und STIGERS (16)
2. Klinisch, thermisch, mikroskopisch
3. Kopalvarnish, Kopalvarnish mit Prednisolon
4. Amalgamfüllungen

1. GODT und BÖSMANN (23)
2. Hemmhofbildung in Bakterienkulturen
3. Liner (Aceton + Kunststoffe) (±)
4. Addent 35

1. STANLEY, SWERDLOW, BUONOCORE (64)
2. Zähne in vivo, histologisch
3. Waschlösung, Addent cavity vinyl copolymer (±)
4. Zinkoxyd-Eugenolpaste, Silikatzement, Eastman-Kunststoff

1. CLARK und HAMPSON (15)
2. Zähne in vivo, histologisch
3. Polystyrenelack mit Kalziumhydroxyd und Zinkoxyd (+)
4. Silikatzementfüllungen

1. EICHNER, LAUTENSCHLÄGER und v. RADNOTH (21)
2. Wägeversuche zur Löslichkeit
3. Silikat-, Phosphat- und Universalzement
4. Aqua destillata

1. BLAHOVA, NEUMANN und VACEK (7)
2. Zähne in vivo, histologisch
3. Tector (+)
4. Mundhöhlenmilieu

1. BRÄNNSTRÖM und NYBORG (10)
2. Zähne in vivo, histolog.
3. Tubuli Tec(+), Tubuli Tec und Fluorsalze und Dijodthymol (+)
4. Silikatzement, Amalgam

1. STARK, NICHOLSON und SOELBERG (65)
2. Zähne in vitro, UV-Licht Mikroskop, Affenzähne in vivo Autoradiographie
3. Copalite (+)
4. NaF, ^{14}C Glukose

1. KOBES und BRÜCKNER (35)
2. Zähne in vitro, Farbstoffdiffusion, Autoradiographie
3. Ag NO_3 (+), Copalite (+), Präp 44 (+)
4. Gefärbtes Monomer, ^{14}C -Monomer

1. BRÄNNSTRÖM und NYBORG (11)
2. Zähne in vivo, Bakteriendurchdringung
3. Tubuli Tec(+)
4. Silikatzement, Adaptic, Addent, DFR, Mundhöhlenmilieu

1. DEMMEL (18)
2. Phantom, Fritten, pH-Messung, Farbdiffusion
3. Zinkoxyd-Eugenol (+), Unifolan (+), New cavity lining (+), Dycal (+)
4. Zementfüllungen, Säurefuchsin

D Allgemeine Grundsätze der experimentellen
Untersuchung

Die Tatsache, daß ein Großteil der Kavitäten-
lacke bisher weder in vitro, noch in vivo in
genügender Weise untersucht worden sind, macht
Phantomversuche notwendig. Die Ergebnisse dieser
Versuche sollen aber bereits Direktiven für eine
spätere klinische Testung herausarbeiten. Dies
stellt an die experimentelle Methodik zur Unter-
suchung der Effektivität der Schutzfunktion
von Kavitätenlacken folgende Anforderungen:

1. Einfache Handhabung = geringe individuelle
Fehlerquellen
2. Geringe Kosten = möglichst große Versuchs- und
3. Geringer Zeitaufwand Präparatzahl
4. Leichte Reproduzierbarkeit = Nachprüfbarkeit der Ergebnisse
5. Geringe Parameterzahl = keine Überdeckung oder
Verwischung von Effekten bei
gezielter Fragestellung
6. Möglichst quantitative Auswertung
7. (Weitgehende Simmulierung der) Mundhöhlenver-
hältnisse (die klinische Schlüsse zuläßt)

Da diese Forderungen teilweise untereinander
kollidieren, muß jede Entscheidung für eine be-
stimmte Methodik einen Kompromiß darstellen.

E Kritische Ableitung der eigenen Methode

1. Löslichkeit

In dieser Versuchsreihe fällt die Entscheidung
über die Methode an Hand der bisher erschienenen
Literatur und eigener Überlegungen leicht. Die
Löslichkeit wird durch Wägeversuche ermittelt.

Dabei wird so vorgegangen, daß die ausgewählten Schutzlacke auf einseitig aufgerauhte Objektträger so aufgetragen werden, daß ein drei Millimeter breiter freier Rand verbleibt, der jede unbeabsichtigte Verletzung der Lacke ausschließt. Die Proben werden bis zur Gewichtskonstanz getrocknet, gewogen und dann in Färbeküvetten getaucht, die entweder Methacrylsäuremethylester (MME), mit 0,1 Prozent Hydrochinon stabilisiert, oder auf das zehnfache verdünnte 87-prozentige Orthophosphorsäure enthalten. Im Monomer und im Phosphorsäurebad bleiben die Proben 1, 3, 6 und 24 Stunden. Nach diesen Zeiträumen werden die Objektträger aus den Küvetten genommen, dreimal in einem Bad mit aqua destillata gespült, bis zur Gewichtskonstanz getrocknet und dann erneut gewogen.

Die Differenzen der Wägewerte am Anfang der Versuchsreihe ergeben die aufgetragene Menge Schutzlack, beziehungsweise im Verlauf des Versuchs die verbleibende, nicht in Lösung gegangene Lackmenge.

Dabei wird die am Anfang aufgetragene Menge als 100-prozentig angenommen und die im Versuchsverlauf in Lösung gehende Lackmenge als Bruchteil davon in Prozent ausgedrückt. Mit jedem Lackpräparat werden zehn Objektträger beschichtet. Zur Kontrolle werden zehn Objektträger ohne Lack dem Monomeren und der Phosphorsäure ausgesetzt. Dabei zeigt sich, daß sich das Glas der Objektträger beziehungsweise das Gewicht nicht verändert.

Die gewählte Methodik erfüllt die ersten sechs der aufgestellten Forderungen in genügender Weise. Von mundhöhlenähnlichen Verhältnissen kann freilich bei einem massiven Angriff, wie es reines Monomer und reine Phosphorsäure darstellen, nicht die Rede sein. Diese Versuchsreihe soll lediglich erweisen, ob die Ergebnisse der Lösungsversuche in der Größenordnung mit denen der Penetrationsversuche übereinstimmen. Dieser Gedanke hat das Ziel vor Augen, neu auf dem Markt erscheinende Pulpenschutzmittel schnell und ohne großen Aufwand (wie es bei den Penetrationsversuchen nicht der Fall ist) routinemäßig vor ihrer klinischen Erprobung in vitro testen zu können.

2. Penetration

Die Methodik der Messung der Penetration der Kavitätenlacke ist also, wie schon oben angedeutet, aufwendiger. Aus der Vielzahl der in der Literatur beschriebenen Untersuchungswege lassen sich einige Gruppen kristallisieren:

- 1.) Methoden, die mit Indikatorpapieren, auf die die Schutzschicht aufgetragen wird, arbeiten und die durch entsprechende Verfärbungen eine eventuelle Durchdringung anzeigen. Diese Methode hat meines Erachtens einen etwas groben und ungenauen Charakter und ist nur für die Durchdringung mit Phosphorsäure anwendbar.
- 2.) Die Methode der Färbung der schädigenden Agentien (Monomer, Phosphorsäure) beinhaltet meiner Ansicht nach die Unsicherheit der

Frage, ob der Grad der Farbdurchdringung wirklich dem Grad der Durchdringung mit der Noxe entspricht. Ein Autor spricht sogar von einer möglichen "Erschöpfung" der Farbzusätze bei der Penetration.

- 3.) Der Nachteil, der der Methode der histologischen Untersuchung anhaftet, ist die Tatsache der Unmöglichkeit der Aussage über den Zustand der Pulpa bevor die Noxe appliziert wird. Es sei in diesem Zusammenhang nur darauf hingewiesen, daß bei den einer Pulpitisdiagnose nach übereinstimmender Aussage der meisten Autoren in 80 Prozent der Fälle eine Fehldiagnose vorliegt. Dazu kommen noch die Imponderabilien des Extraktionstraumas und der histologischen Fixierung hinzu.
- 4.) Die Methode der Autoradiographie läßt nur außerordentlich bedingt quantitative Aussagen zu.
- 5.) Die Methode der pH-Messung ist leider nur zur Feststellung der Phosphorsäuredurchdringung geeignet. Es war aber das Bestreben, beide Füllungstypen mit derselben Methode zu untersuchen.
- 6.) Gegen die Verwendung von menschlichen und tierischen Zähnen bei in vitro-Versuchen sprechen eine Reihe von Nachteilen, die teilweise bereits von früheren Autoren an Hand ihrer eigenen Ergebnisse erkannt wurden: Unterschiedlicher Verkalkungsgrad, individuelle Unterschiede in den organischen Bestandteilen, verschiedene lumina der Dentinkanälchen je nach Tiefe der Kavität, verschiedene Dicke der verbleibenden Dentinschicht, unterschiedlicher Kariesbefall, unterschiedliche Kavitätengestalt. Alle diese Parameter steigern

die individuellen Schwankungen erheblich. Dazu kommt die Unmöglichkeit der quantitativen Auswertung.

Aus all den oben genannten Gründen werden Penetrationsversuche mit $^{32}\text{PO}_4$ - markierten Silikatzementfüllungen und Tritium markierten Kunststofffüllungen in Phantomkavitäten und Phantompulpen durchgeführt. Als Versuchsgefäße werden kleine Plastikfläschchen mit 20 cm³ Inhalt gewählt, wie sie als Probenbehälter bei der Szintillationszählung Verwendung finden. Ihr Verschluß wird in einem Durchmesser von 8 Millimeter zentrisch durchbohrt. Die Kavitätenschutzlacke werden auf Filterpapierscheibchen aufgetragen, die genau in den Verschluß des Plastikfläschchens eingepaßt waren. Um die unterschiedliche Konsistenz der Kavitätenschutzlacke auszugleichen und eine gleichmäßig dicke Lackschicht zu erzielen, werden die Lacke bis zur gänzlichen Sättigung des Filterpapiers aufgebracht. Durch Schließen der Plastikfläschchen mit Hilfe des Schraubverschlusses und durch einen Klebstoff werden die Filterpapierscheibchen fixiert. In dem Plastikfläschchen befindet sich als Spülflüssigkeit aqua bidestillata, die während des Versuchsverlaufs durch Glasperlen auf einer rotierenden Scheibe in Bewegung gehalten wird. In die Bohrung des Verschlusses werden die Silikat- und Kunststofffüllungen auf die mit Schutzlack bestrichenen Filterpapierscheibchen gelegt.

Zur Herstellung von Silikatfüllungen gleicher Qualität finden die Silikatkapseln Super Syntrex Verwendung. Pro Versuch wird das gesamte Zementmaterial einer Kapsel aufgetragen, die mit dem Dentomat angerührt werden. Die Silikat-zementfüllungen werden mit $^{32}\text{PO}_4$ - markierter Zementflüssigkeit angemischt, die je Probe eine Radioaktivität von 3 μ Curie aufweist. Für die Kunststoffüllungen werden Poly-Cap-kapseln verwendet. Hier wird ebenfalls das gesamte Material, der im Dentomat angerührten Kapseln aufgetragen. Die Polycapflüssigkeit ist mit Tritium markiert und weist je Probe eine Radioaktivität von 40 μ Curie auf.

Die benötigte Menge Radioaktivität wird in Vorversuchen ermittelt.

Zur Kontrolle und zur Bestimmung der penetrierenden Restsäure beziehungsweise des penetrierenden Restmonomers werden auch Füllungen auf Filterpapier gelegt, das nicht mit Schutzlacken bestrichen war. Aus den Probegefäßen unter den Silikat-zementfüllungen werden nach 1, 6, 12 Tagen 0,5 ml der Spülflüssigkeit mit Mikropipetten (Eppendorf) entnommen und in einem Packard-Tri-carb-Szintillationszähler ausgewertet.

Bei den Methacrylatfüllungen wird nach 1, 3 und 6 Tagen genauso verfahren.

Von jedem Präparat werden 10 Proben durchgeführt. Die am ersten Tag ohne Schutzlack penetrierte Säure beziehungsweise Monomermenge wird willkürlich für 100 Prozent gesetzt. Die Werte im weiteren Versuchsverlauf sind als Bruchteil davon in Prozent ausgedrückt.

Aus diesen Versuchen ergeben sich die nachfolgenden Ergebnisse.

F Verwendete Pulpenschutzlacke

1. Dentilith, Wannack, München
2. Firnis Firnalka, Badenia Dental Industrie
Dr. Hutt & Co., Karlsruhe
3. Kapsidur, Jentsch, Frankfurt
4. Liquisil, Richter & Hoffmann, Havard Dentalge-
sellschaft, Berlin
5. New Cavity Lining, De Trey-Frères, Zürich
6. Obturasol, Ubert & Co., Berlin
7. Perutin, Dreweny, Graz
8. Pulpa Percha, Odus Dental AG, Dietikon-Zürich
9. Tector, Lege Artis Dentalgesellschaft, Stuttgart
10. Unifolan, Jentsch, Frankfurt

G Eigene Ergebnisse

I. Quantitative Restsäurebestimmung

Bei der Versuchsreihe, bei der die Silikatfüllungen auf ein nicht mit Schutzlack gestrichenes Filterpapier gelegt werden, dringen pro Füllung nach einem Tag 9,5 Prozent der verwendeten Silikatzementflüssigkeit in das Versuchsgefäß ein.

Die Diffusionsgeschwindigkeit durch 1 mm Dentin beträgt (Sauerwein) für Silikatzementflüssigkeit 4 Minuten und 40 Sekunden.

II. Quantitative Restmonomerbestimmung

In der Versuchsreihe ohne Schutzlack penetrierten bei den Kunststoffüllungen nach einem Tag 3,4 Prozent der verwendeten Monomerflüssigkeit. Die Diffusionsgeschwindigkeit durch 1 mm Dentin beträgt (Sauerwein) für Monomeres 1 Minute und 30 Sekunden.

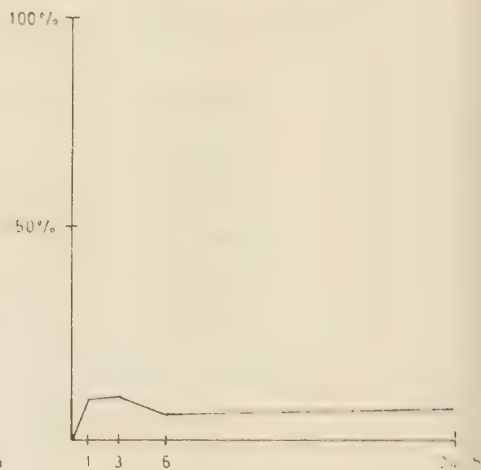
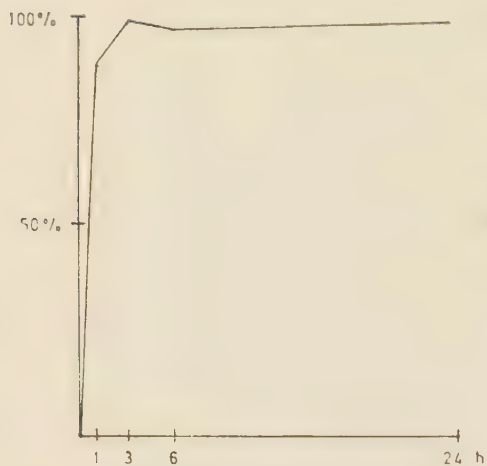
Der wahre Wert der Restsäure beziehungsweise des Restmonomeres dürfte höher liegen, da er sicherlich nicht gänzlich durch die Penetrationsversuche erfaßt werden kann.

Dentilith

- 60 -

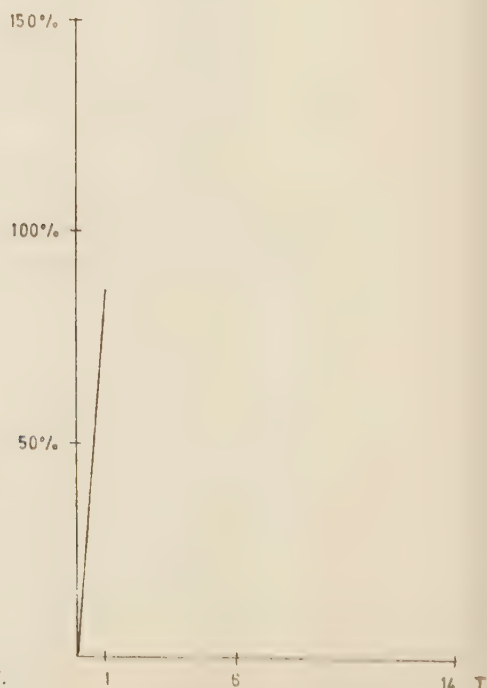
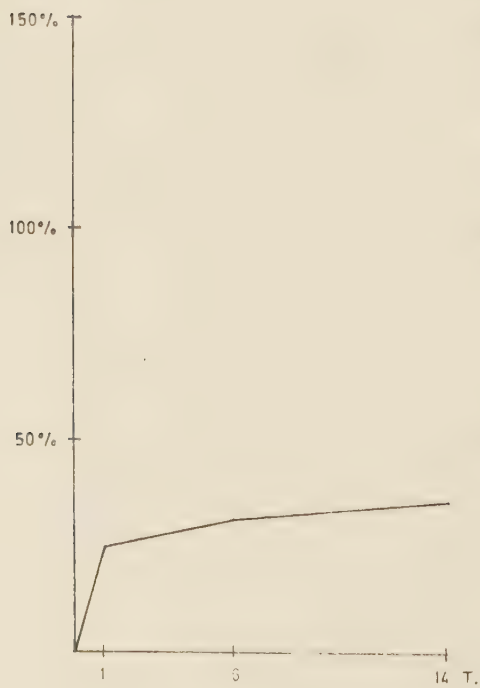
Löslichkeit in H_3PO_4

Löslichkeit in MME



Penetration mit H_3PO_4

Penetration mit MME



III. Löslichkeits- und Penetrationsversuche

Dentilith

1. Löslichkeit in Orthophosphorsäure (H_3PO_4)
nach 1, 3, 6 und 24 Stunden

91 %	99 %	97 %	98 %
------	------	------	------

Der Kavitätenlack wird also schon nach einer Stunde fast vollständig aufgelöst. Die weitere Löslichkeit ändert sich nur unwesentlich

2. Penetration durch Restsäure nach 1, 6 und 14 Tagen

24 %	31 %	36 %
------	------	------

Der Kavitätenlack wird nach einem Tag von ungefähr einem Viertel der Restsäure durchdrungen. Innerhalb von 13 Tagen steigt die Penetration um weitere 11 Prozent.

3. Löslichkeit in Methacrylsäuremethylester (MME)
nach 1, 3, 6 und 24 Stunden

9 %	10 %	6 %	7 %
-----	------	-----	-----

Die Löslichkeit ist gering und über die ganze Versuchsdauer konstant.

4. Penetration mit Restmonomer

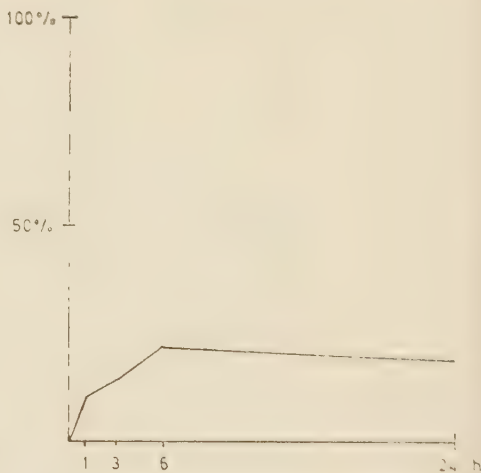
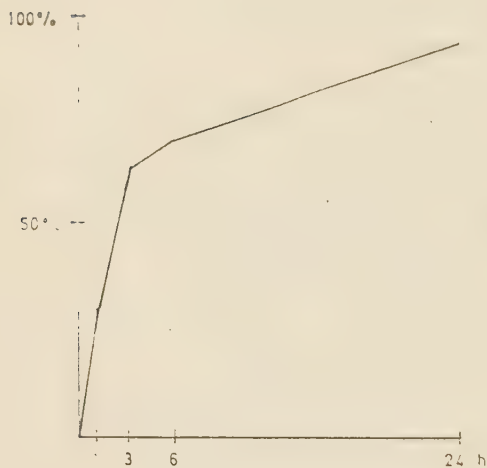
86 %

Da der Lack bei der Löslichkeit gute Ergebnisse zeigt, wird er, obwohl für Kunstharzfüllungen nicht inidziert, ebenfalls getestet. Bereits nach dem ersten Tag zeigt sich aber seine Unbrauchbarkeit, deshalb wird der Versuch abgebrochen.

Firnis Firnalka - 62 -

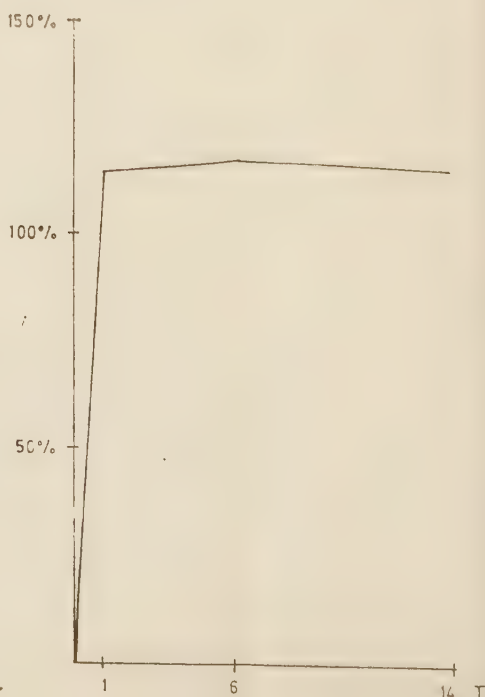
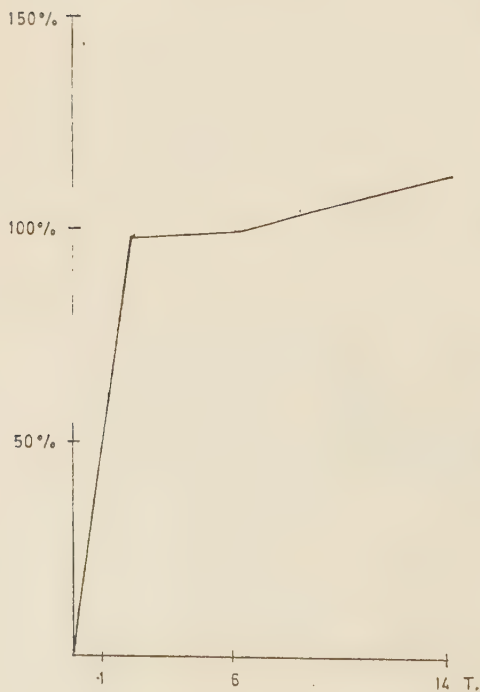
Löslichkeit in H_3PO_4

Löslichkeit in MME



Penetration mit H_3PO_4

Penetration mit MME



Firnis Firnalke

1. Löslichkeit in H_3PO_4

29 % 63 % 68 % 93 %

Der Kavitätenlack ist nach einem Tag zu circa einem Drittel löslich. Er löst sich im Versuchsverlauf fast völlig auf.

2. Penetration mit Restsäure

98 % 100 % 113 %

Die Unwirksamkeit des Kavitätenlackes wird durch den Penetrationsversuch noch verdeutlicht.

Die Tatsache, daß nach 6 Tagen mehr Restsäure penetriert, als beim Versuch ohne Schutzapplikation läßt sich vielleicht durch folgende Hypothesen erklären:

- a) Die alkalische Lackschicht wird von der Säure leichter durchdrungen als neutrales Filterpapier
- b) Durch die Reaktion mit der Lackschicht wird die Säure (oder ihre Salze) noch penetrationsfähiger.

3. Löslichkeit in Methacrylsäuremethylester

10 % 14 % 22 % 19 %

Die Löslichkeit steigt geringfügig, aber konstant bis zu circa einem Fünftel des Restmonomers ohne Schutz an.

4. Penetration mit Restmonomer

115 % 118 % 116 %

Die Penetration bleibt nach dem ersten Tag konstant. Die Tatsache, daß bei der Applikation dieses Kavitätenlackes eine größere Menge Restmonomer penetrierte als ohne Schutz, läßt sich hypothetisch

so erklären:

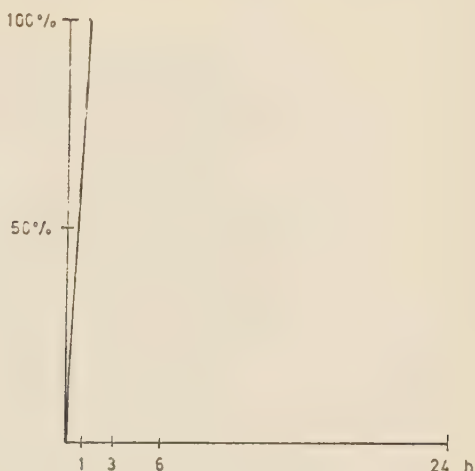
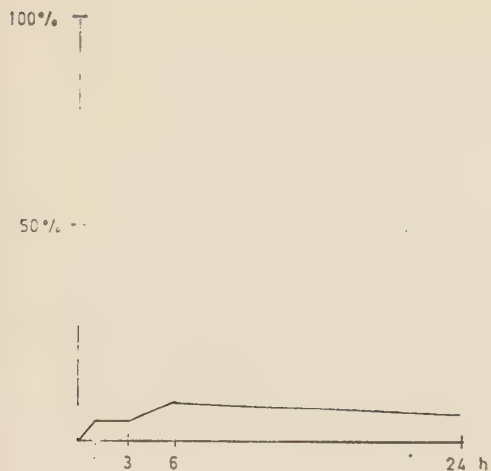
- a) Das hydrophobe Restmonomer diffundiert besonders in der plastischen Phase des Kunststoffes in die Lackschicht, die selbst aus Kunststoffen und ähnlichem besteht und für die es ein Lösungsmittel darstellt, in größerem Maße, als in das hydrophile Milieu des Filterpapiers, das mit Spülmittel aqua destillata benetzt ist. Im Laufe des Versuches wird dieses diffundierte Monomer aber dann aus der Lackschicht in das Spülmittel abgegeben.
- b) Das penetrierende Restmonomer reagiert mit den Bestandteilen des Lackes und wird dadurch penetrationsfähiger und/oder hydrophiler.

Kapsidur

- 65 -

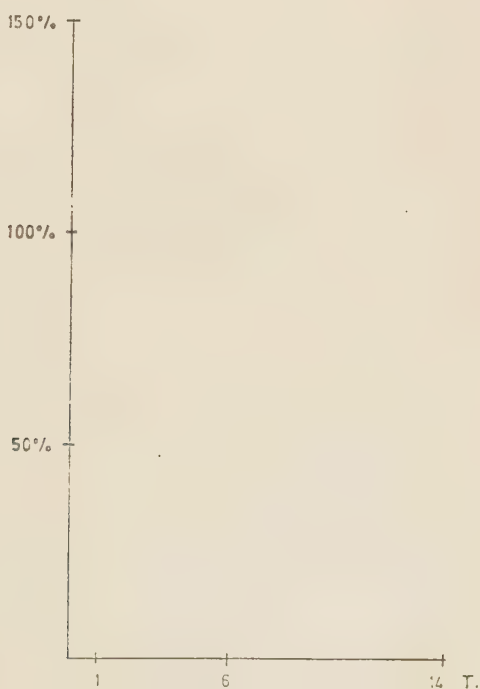
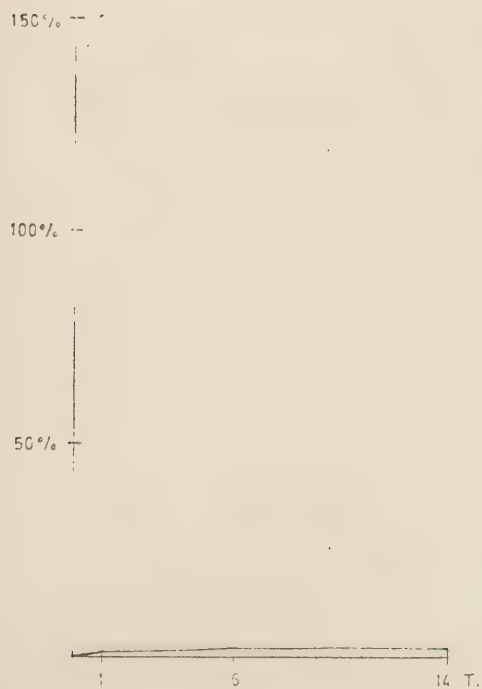
Löslichkeit in H_3PO_4

Löslichkeit in MME



Penetration mit H_3PO_4

Penetration mit MME



Kapsidur

1. Löslichkeit in H_3PO_4

4 %

4 %

9 %

6 %

Die Löslichkeit ist gering und erhöht sich mit der Versuchszeit nur unwesentlich.

2. Penetration mit Restsäure

1 %

2 %

2 %

Die Penetration ist außerordentlich gering und bleibt fast konstant. Der Kavitätenlack ist also auch über längere Zeit dicht.

3. Löslichkeit in Methacrylsäuremethylester

100 %

Der Kavitätenlack ist bereits nach einer Stunde völlig in Lösung gegangen.

4. Penetration mit Restmonomer

Da der Lack nicht für Kunstharzfüllungen indiziert war und in den versuchshalber durchgeführten Löslichkeitstests dies bestätigte, wird auf eine Untersuchung der Penetration verzichtet.

Analoges gilt für ähnliche, folgende Präparate.

Liquisil

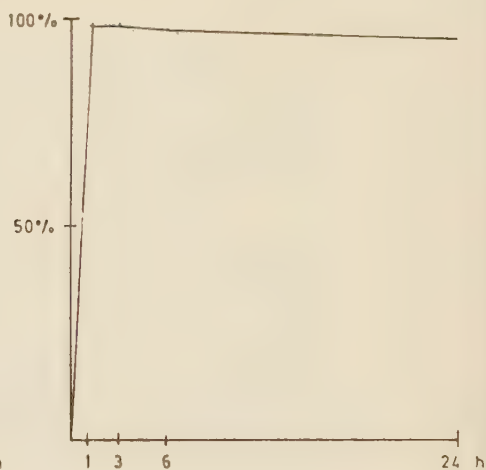
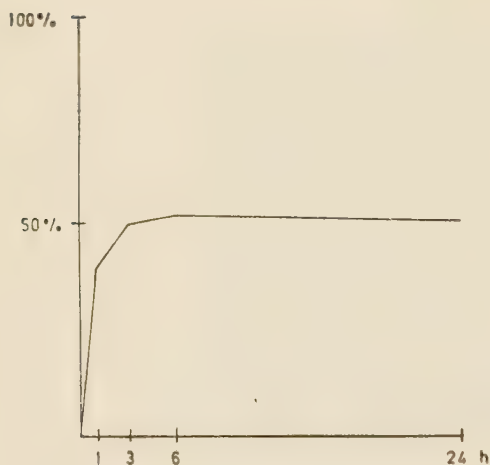
Beim Auftragen auf die Objektträger bei den Löslichkeitsversuchen zeigt sich, daß selbst bei mehrmaliger Applikation keine wägbaren Mengen verbleiben; obwohl der Wägebereich bis 10^{-5} g ging!!

Nach dem Offenstehenlassen eines Originalfläschchens verdampft der gesamte Inhalt bis auf einen hauchdünnen gräulichen Niederschlag am Flaschenhals. Es scheint sich also um "äußerst flüchtige" organische Kieselsäure-Verbindungen und "spezifische Wirkstoffe" zu handeln.

New Cavity Lining - 68 -

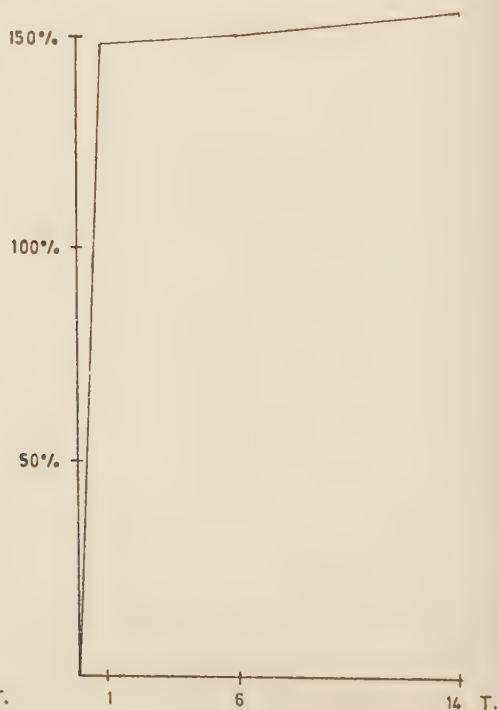
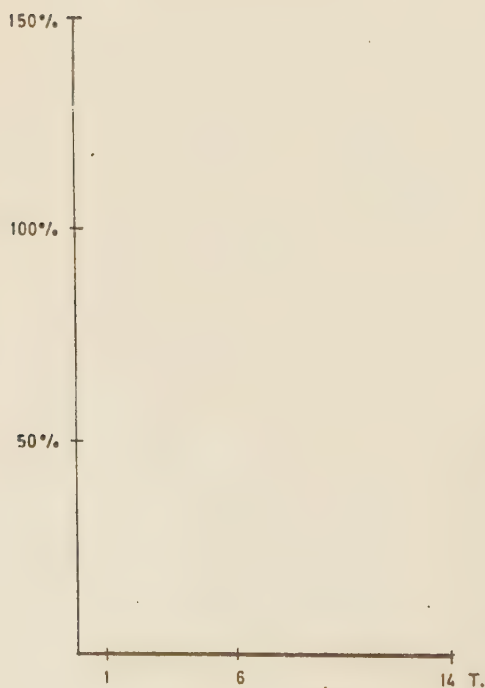
Löslichkeit in H_3PO_4

Löslichkeit in MME



Penetration mit H_3PO_4

Penetration mit MME



New Cavity Lining

1. Löslichkeit in H_3PO_4

41 %	50 %	52 %	51 %
------	------	------	------

Die Hälfte des Kavitätenlackes wird schon nach der ersten Stunde abgelöst. Beim verbleibenden Rest handelt es sich augenscheinlich um einen unlöslichen Bestandteil.

2. Penetration mit Restsäure

0 %	0 %	0 %
-----	-----	-----

Der Kavitätenlack zeigt keine Durchdringung

3. Löslichkeit in Methacrylsäuremethylester

98 %	98 %	97 %	96 %
------	------	------	------

Der Kavitätenlack wird bis auf einen äußerst geringen Restanteil fast völlig gelöst.

4. Penetration mit Restmonomer

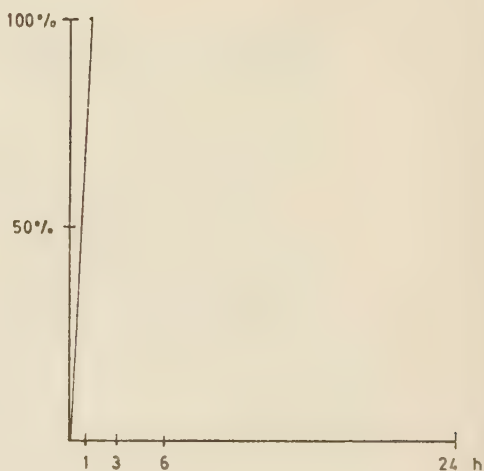
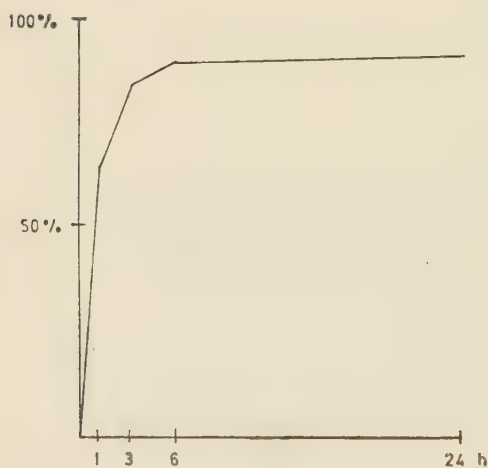
148 %	150 %	156 %
-------	-------	-------

Für die mehr als 100 % Penetration, die nach dem ersten Tag konstant bleibt, mag ein ähnlicher Effekt verantwortlich sein, wie bei den Ergebnissen bei Firnis Firnalka.

Obturasol - 70 -

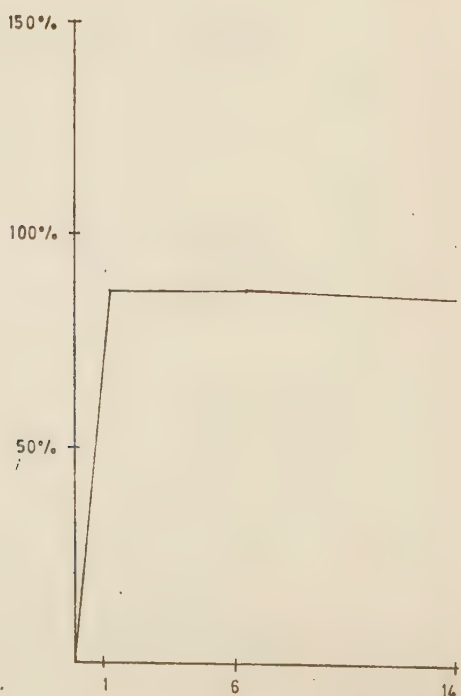
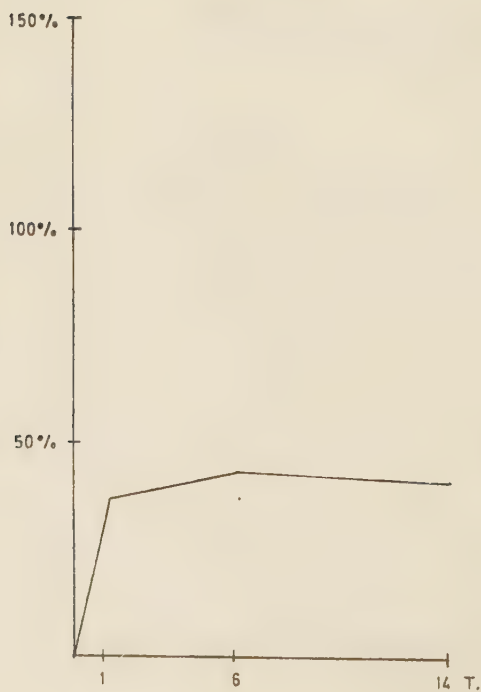
Löslichkeit in H_3PO_4

Löslichkeit in MME



Penetration mit H_3PO_4

Penetration mit MME



Obturasol

1. Löslichkeit in H_3PO_4

64 % 84 % 89 % 90%

Nach der ersten Stunde sind zwei Drittel des Lackes gelöst. Nach drei Stunden steigt die Löslichkeit um weitere 20 Prozent und bleibt dann fast konstant.

2. Penetration mit Restsäure

37 % 44 % 42 %

Die Penetration bleibt praktisch mit ca. 40 Prozent über die gesamte Versuchsdauer konstant.

3. Löslichkeit in Methacrylsäuremethylester

100 %

Der Lack ist bereits nach einer Stunde völlig gelöst.

4. Penetration mit Restmonomer

87 % 87 % 86 %

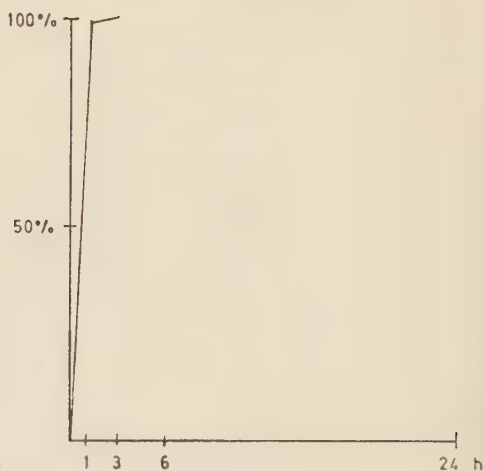
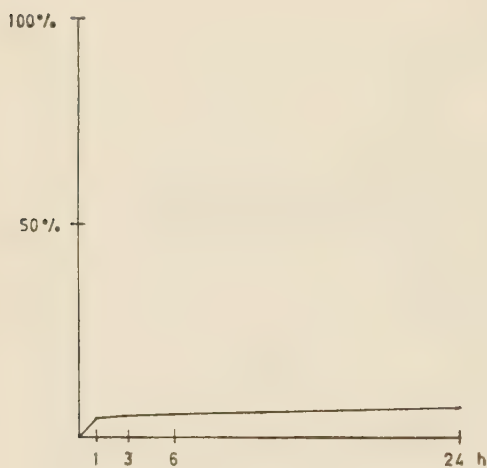
Die Penetration ist bereits nach einem Tag fast vollständig und verändert sich nicht mehr.

Perutin

- 72 -

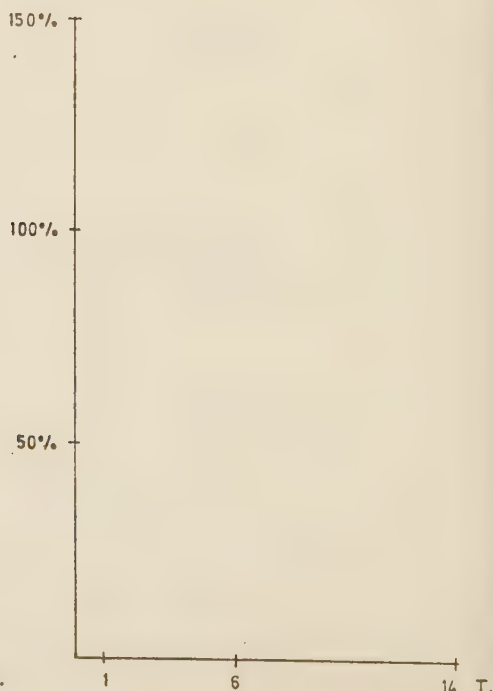
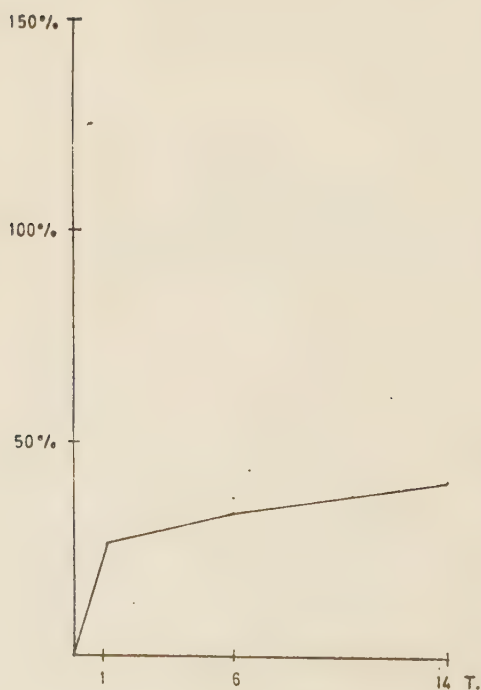
Löslichkeit in H_3PO_4

Löslichkeit in MME



Penetration mit H_3PO_4

Penetration mit MME



1. Löslichkeit in H_3PO_4

4 % 5 % 6 % 7 %

Die Löslichkeit ist gering und sehr langsam ansteigend.

2. Penetration mit Restsäure

26 % 33% 41 %

Die Penetration von einem Viertel der Restsäure nach einem Tag nimmt konstant um jeweils 7 - 8 Prozent zu.

3. Löslichkeit in Methacrylsäuremethylester

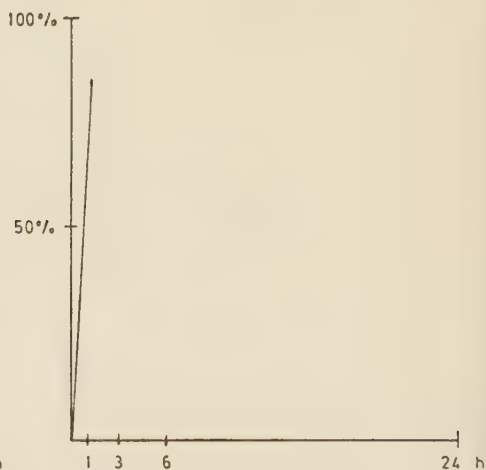
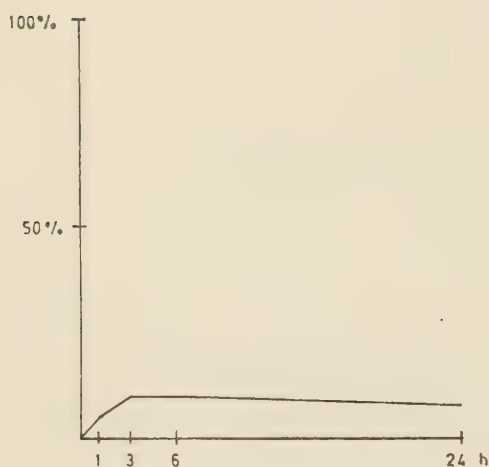
99 % 100 %

Der Kavitätenlack wird nach 3 Tagen völlig gelöst.

Pulpa Percha - 74 -

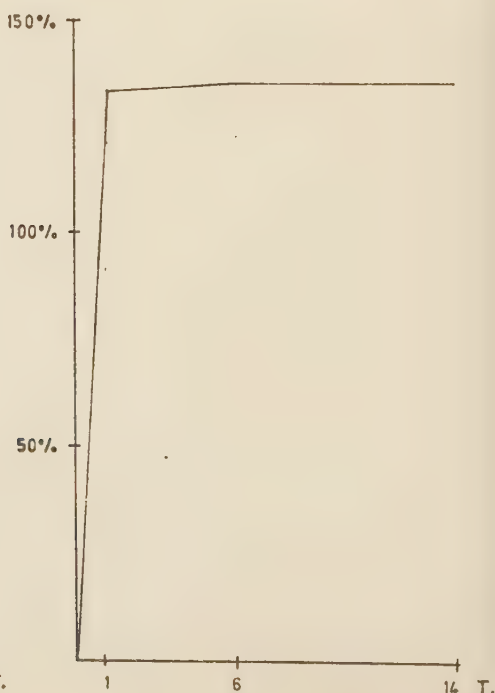
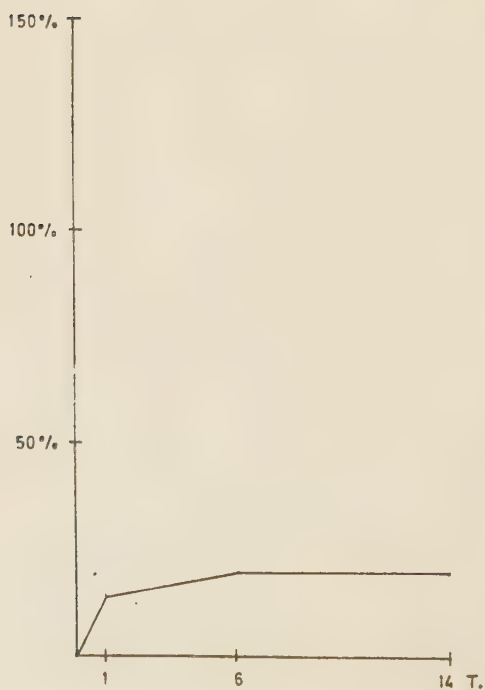
Löslichkeit in H_3PO_4

Löslichkeit in MME



Penetration mit H_3PO_4

Penetration mit MME



Pulpa Percha

1. Löslichkeit in H_3PO_4

5 %	10 %	10 %	8 %
-----	------	------	-----

Der geringe lösliche Anteil wird in den ersten 3 Tagen aufgelöst. Dann bleibt die Löslichkeit unverändert.

2. Penetration mit Restsäure

14 %	20 %	20 %
------	------	------

Der Kavitätenlack wird durch ein Fünftel der Restsäure durchdrungen.

3. Löslichkeit in Methacrylsäuremethylester

85 %

Der Versuch muß bereits nach einem Tag abgebrochen werden, da sich die aufgetragene Gutta-perchaschicht vollständig vom Objektträger ablöst.

4. Penetration mit Restmonomer

129 %	131%	131%
-------	------	------

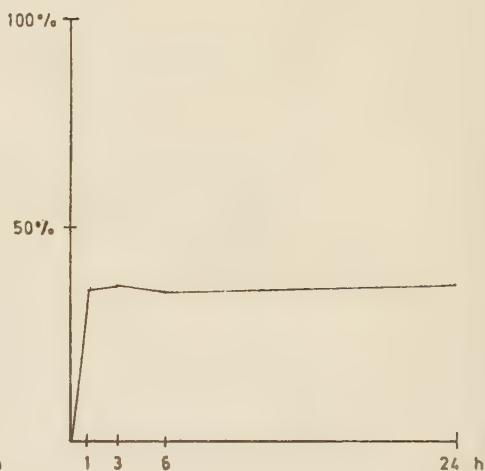
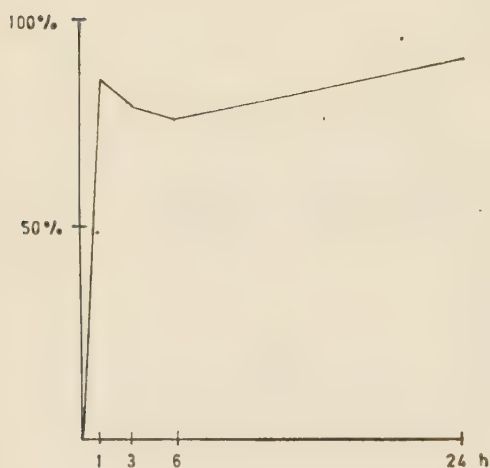
Die Penetration weist bereits nach einem Tag Werte über 100 Prozent auf. Auch hier ist der bereits genannte Versuch einer Erklärung wohl zutreffend.

Tector

- 76 -

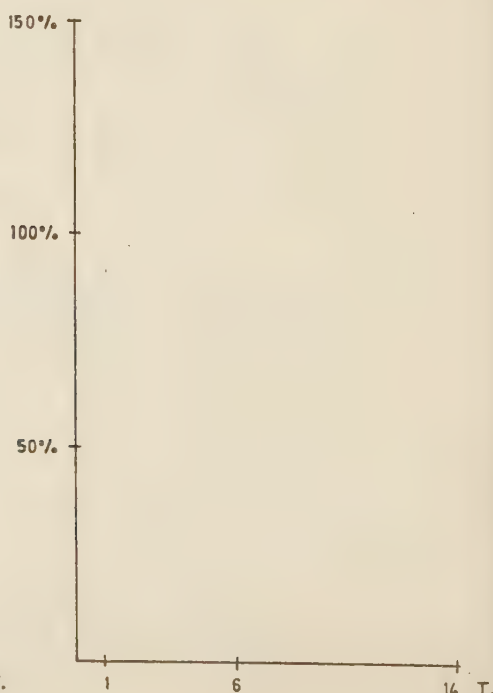
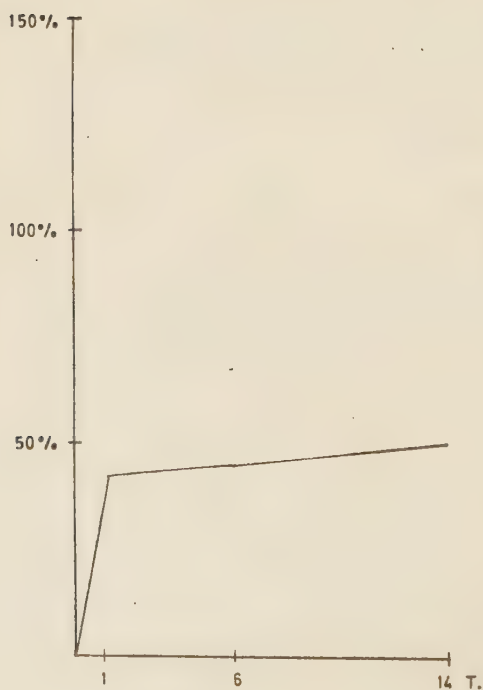
Löslichkeit in H_3PO_4

Löslichkeit in MME



Penetration mit H_3PO_4

Penetration mit MME



Tector

1. Löslichkeit in H_3PO_4

85 %	79 %	76 %	90 %
------	------	------	------

Der Kavitätenlack wird bis auf einen (anorganischen?)
Restbestandteil zum großen Teil gelöst.

2. Penetration mit Restsäure

42 %	45 %	50 %
------	------	------

Der Kavitätenlack wird von der Hälfte der
freiwerdenden Restsäure durchdrungen.

3. Löslichkeit in Methacrylsäuremethylester

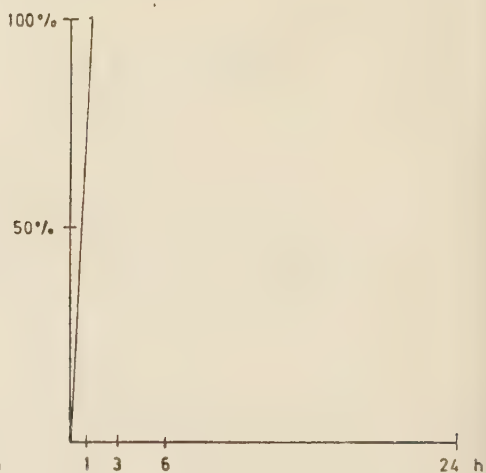
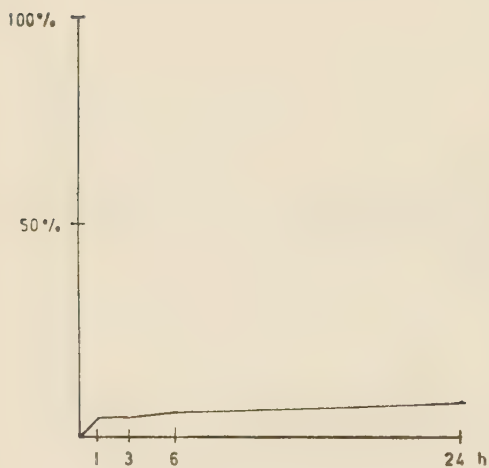
36 %	37%	36%	37%
------	-----	-----	-----

Die Löslichkeit von circa einem Drittel bleibt
über dem gesamten Versuchsablauf konstant.
Wahrscheinlich ist nur ein bestimmter (organischer)
Anteil des Lackes löslich.

Unifolan - 78 -

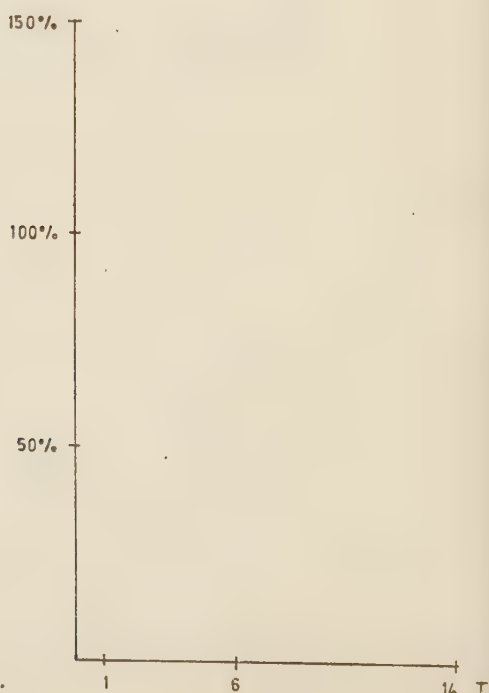
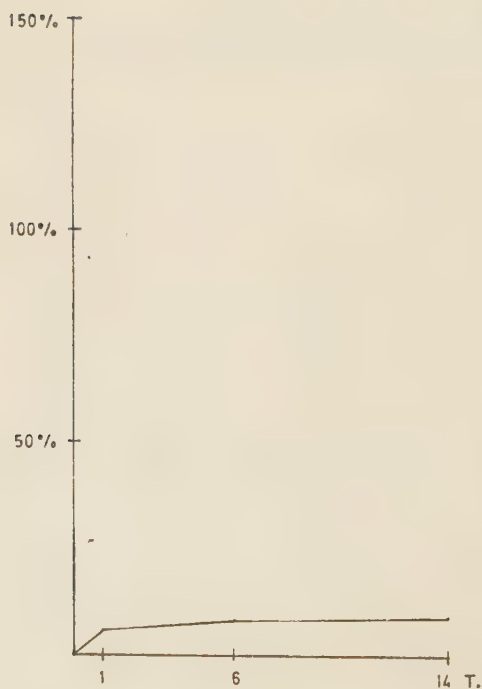
Löslichkeit in H_3PO_4

Löslichkeit in MME



Penetration mit H_3PO_4

Penetration mit MME



Unifolan

1. Löslichkeit in H_3PO_4

4 %

4 %

6 %

8 %

Der Kavitätenlack weist nur eine geringe Löslichkeit auf.

2. Penetration mit Restsäure

6 %

8 %

9 %

Die Penetration ist gering und sehr langsam ansteigend.

3. Löslichkeit in Methacrylsäuremethylester

100 %

Der Lack ist bereits nach einer Stunde völlig aufgelöst.

IV. Vergleiche zwischen Löslichkeit und Penetration

Um einen abschließenden Vergleich der Werte der Löslichkeit und der der Penetration zu erzielen, werden die Differenzen der Werte der Löslichkeit nach einer Stunde und der Werte der Penetration nach einem Tag gebildet.

1. Silikatzement

Präparat	Löslichkeit		Penetration	Differenz
Dentilith	91	-	24	67
Firnis Firnalka	29	-	98	70
Kapsidur	4	-	1	3
New cavity lining	41	-	0	41
Obturasol	64	-	37	27
Perutin	4	-	26	22
Pulpapercha	5	-	14	9
Tector	85	-	42	43
Unifolan	4	-	6	2

Es zeigt sich, daß die Werte besonders bei den Kavitätenlacken, die in beiden Versuchsreihen gut abschneiden, meist gut übereinstimmen (Kapsidur, Pulpapercha, Unifolan). Eine Erklärung für den Dissens der beiden Werte bei New cavity lining wurde bereits gegeben.

2. Kunststoff

Dentilith	9	-	86	77
Firnis Firnalka	10	-	115	105
New cavity lining	98	-	148	50
Obturasol	100	-	87	13
Pulpapercha	85	-	129	44

Bei den Versuchen mit Methacrylsäuremethylester

scheint zwischen Löslichkeit und Penetration keinerlei Zusammenhang zu bestehen.

Folgerungen:

Die oft nur sporadische Übereinstimmung der Werte der Löslichkeit mit denen der Penetration erweist meines Erachtens die Notwendigkeit der aufwendigen Penetrationsversuche, um eine klare Aussage über die Effektivität der Pulpenschutzlacke machen zu können, die für die klinische Testung Rückschlüsse zuläßt.

H Kritische Auswertung der eigenen Ergebnisse
und Vergleich mit Ergebnissen früherer
Untersuchungen

1. Dentilith

a) Silikat

Der Lack wird fast völlig aufgelöst und von
ungefähr einem Drittel der Restsäure durch-
drungen.

b) Kunststoff

Nicht indiziert

c) Keine Angaben in der Literatur

2. Firnis Firnalka

a) Silikat

Der Lack ist fast ganz löslich und wird
auch total durchdrungen.

b) Kunststoff

Obwohl der Lack nur zu einem Fünftel gelöst
wird, wird er vollständig durchdrungen.

c) Keine Angaben in der Literatur

3. Kapsidur

a) Silikat

Der Lack wird weder bedeutend aufgelöst noch
durchdrungen.

b) Kunststoff

Nicht indiziert

c) Der Lack wird von HEUSER und LAMMERT (27),
BERTELMANN (6), HEUSER (26), PANTKE, LEHMANN
und GRAUL (46) positiv beurteilt, während
BARTELT (4) zu negativen Ergebnissen kommt.

4. Liquisil

Ist nicht prüfbar

5. New cavity lining

a) Silikat

Der Lack ist zwar zur Hälfte löslich,
aber absolut dicht.

b) Kunststoff

Bei den Löslichkeits- und Penetrations-
versuchen zeigt der Lack keine Resistenz
gegenüber Monomer.

c) Nach BARTELT (4) hat der Lack eine gute
Dichtigkeit gegenüber Restsäure

6. Obturasol

a) Silikat

Der Lack ist fast gänzlich löslich und wird
von nicht ganz der Hälfte der Restsäure
durchdrungen.

b) Kunststoff

Der Lack ist sofort und ganz löslich und
behindert die Penetration nur wenig.

c) Von SCHUBERT (59) wird der Lack als nicht
wirksam bezeichnet.

7. Perutin

a) Silikat

Der Lack ist nur gering löslich, kann aber die
Penetration nur mittelmäßig verhindern.

b) Kunststoff

Nicht indiziert

c) PLISCHKA (32) empfiehlt den Lack als wirksamen
Pulpenschutz

8. Pulpapercha

a) Silikat

Der Lack ist nur wenig löslich und wird von einem Fünftel der Restsäure durchdrungen.

b) Kunststoff

Der Lack ist bis auf einen Rest löslich und wird total durchdrungen.

c) Keine Angaben in der Literatur

9. Tector

a) Silikat

Der Lack wird fast völlig aufgelöst und von der Hälfte der Restsäure durchdrungen.

b) Nicht indiziert

c) BLAHOVA, NEUMANN und VACEK (7) beurteilen den Lack positiv.

10. Unifolan

a) Silikat

Die Löslichkeit und die Penetration sind übereinstimmend gering.

b) Kunststoff

Nicht indiziert

c) KALDEN (29), KALDEN und WETTER (32), ZACHARIAS (72), HEUSER und LAMMERT (27), BERTELMANN (6) und HEUSER (26) nennen den Lack einen wirksamen Schutz, PLISCHKA (53) und DEMMEL (18) kommen zu weniger guten Ergebnissen und PANTKE, LEHMANN und GRAUL (46) und BARTELT (4) sprechen dem Lack eine ausreichende Schutzfunktion ab.

Die quantitativen Aussagen dieser vergleichenden

Phantomversuche läßt sich sicherlich nicht in derselben Weise auf eine klinische Anwendung übertragen. Außerdem stehen, wie bereits in der Einleitung erklärt, noch zu viele Fragen auf diesem Gebiet offen, um qualitative klinische Prognosen wagen zu können. Aber für die weiteren Untersuchungen und eine spätere klinische Testung kann doch qualitativ soviel gesagt werden, daß was die Dichtigkeit gegenüber Restsäure unter Silikatfüllungen betrifft, New cavity lining, Kapsidur und mit Einschränkung Unifolan die größte Aufmerksamkeit verdienen. Dagegen existiert zur Zeit auf dem Dentalmarkt kein Präparat, das die Aussicht böte, als Pulpen-schutz unter Autoacrylatfüllungen Verwendung zu finden.

I Zusammenfassung

Unter den vielen Methoden der zwar notwendigen, aber bisher leider meist vernachlässigten oder unterlassenen Dentinwundversorgung zeigt sich besonders in flachen Kavitäten unter Silikat- zement- und Autoacrylatfüllungen ein besonders für den praktischen Zahnarzt ergonomisch günstiger Weg in Form der Kavitätenlacke. Eines der Haupt- kriterien zur Beurteilung der pulpenprotektiven Wirkung dieser Lacke ist die Undurchlässigkeit für die aus den Füllungen austretenden Noxen. Dabei handelt es sich bei Silikatfüllungen um Restphosphorsäure und bei Autoacrylatfüllungen um Methacrylsäuremethylester - Restmonomer. Um den außerordentlich differenten Eigenschaften der untersuchten Lacke gerecht werden zu können, die Vielzahl der Parameter des Mundhöhlenmilieus auszuschalten und Richtlinien für weitere Unter- suchungen und eine klinische Testung zu er- arbeiten, wurden Penetrationsversuche am Phantom durchgeführt. Außerdem wurde untersucht, ob die aufwendigen Penetrationsversuche, im Fall von gleichlautenden Ergebnissen nicht durch einfachere Lösungsversuche ersetzt werden könnten. Die Ergebnisse der mit Hilfe von Wägeversuchen durchgeführten Lösungsversuche erfüllten im Ver- gleich mit den Ergebnissen der Penetrationsver- suche diese Hoffnung nicht. In Phantomkavitäten mit einer darunter befindlichen Phantompulpa wurden radioaktiv-markierte Silikat- zement- und Autoacrylatfüllungen gelegt und in einem Szin- tillationszähler die Penetration der Restsäure und des Restmonomers ermittelt. Von den unter- suchten Präparaten 1. Dentilith, 2. Firnis Firnelka,

3. Kapsidur, 4. Liquisil, 5. New cavity lining, 6. Obturasol, 7. Perutin, 8. Pulpapercha, 9. Tector und 10. Unifolan erwies sich unter Silikatfüllung New cavity lining als absolut dicht, Kapsidur als in Bruchteilen und Unifolan als geringfügig durchdringbar. Unter Autoacrylatfüllungen konnte von den vier untersuchten und indizierten Präparaten: Firnis Firnalka, New cavity lining, Obturasol und Pulpapercha, das am besten abschneidende Obturasol lediglich ein Sechstel des Restmonomeren abhalten. Als Pulpenschutz unter Silikatfüllungen erscheinen somit die Präparate New cavity lining, Kapsidur und Unifolan durchaus für weitere Untersuchungen und eine spätere klinische Testung für geeignet. Dagegen dürften die Ergebnisse der unter Autoacrylatfüllungen untersuchten Lacke zu keinen weiterführenden Untersuchungen Anlaß geben.

K Quellenangaben

- (1) ARNOLD, W.H.J.
Der Einfluß der Kunst- und Gitterwerkstoffe
sowie der Cervin-Reogan-Imprägnierungsmittel
auf die Pulpa
Öst.Z.Stomat. 12, 657 (1958)
- (2) BARBER, D., LYELL, J., MASSLER, M.
Effectiveness of copal resin varnish under
amalgam restorations
J.prosth.Dent. 14, 533 (1966)
- (3) BARRIE, R.D., GILLINGS, A.M., BUONOCORE, M.G.
Evaluation by dye penetration of Eastman 910
as a cavity liner
J.dent.Res.4 751 (1960)
- (4) BARTELT, J.
Untersuchungen über die Ursachen der Pulpen-
schädigungen durch Silikat- und Silikophos-
phatzement und deren Verhütung
Med.Diss. Berlin (1966)
- (5) BERGMANN, B., SOEREMARK, R.
Studies on permeability of certain dentinal
sealing agents. An in vitro investigation
using Radiosodium
Odont.T. 2, 113 (1961)
- (6) BERTELMANN, J.
Histologische Untersuchungen über das Ver-
halten der erkrankten Zahnpulpa gegenüber
Schutzeinlagen insbesondere gegenüber Polystyrol-
und Polyamidschutzfilmen bei Silikatfüllungen
Med. Diss. Marburg (1964)

- (7) BLAHOVA, Z., NEUMANN, M., VACEK, M.
Erfahrungen mit dem Tector-Dentinwundverband
Die Quintessenz 20, 1 (1969)

- (8) BRÄNNSTRÖM, M.
Reaction of the pulp to amalgam fillings
Odont.Revy 14, 244 (1963)

- (9) BRÄNNSTRÖM, M.
Einige neue Gesichtspunkte zur Isolierung
Zahnärztl. Welt 78, 611 (1969)
A new approach to insulation
Dent.Pract. 19, 417 (1969)

- (10) BRÄNNSTRÖM, M., NYBORG, H.
Comparison of pulpal effect of two liners
Acta odont.scand. 27, 443 (1969)

- (11) BRÄNNSTRÖM, M., NYBORG, H.
The presence of bacteria in cavities filled
with silicate cement and composite resin
materials
Sued.Dent.J. 64, 149 (1971)

- (12) CALDWELL, R.C., GALLAGHER, A., LIGGETT, R.W.
Development of coatings for application to teeth
J.dent.Res. 38, 197 (1959)

- (13) CASTAGNOLA, L., GARBEROGLIO, R.
Können Lacke die Spaltbildung zwischen Kavität
und Füllungsmaterial beeinflussen?
Schweiz.Mschr.Zahnheilk. 78, 766 (1968)

- (14) CASTAGNOLA, L., GABEROGLIO, R.
Die heutige Bewertung der Lacke und Cavity
Liner in der konservierenden Zahnheilkunde
Quintess.zahnärztl.Lit. 11, 1 (1968)
- (15) CLARK, J., HAMPSON, E.L.
Effect of cavity preparation and filling
materials on the human dentin with special
reference to polystyrene lining agents
Brit.dent.J. 124, 456 (1968)
- (16) DACHI, St.F., STIGERS, R.W.
Reduction of pulpal inflammation and thermal
sensitivity an amalgam-restored teeth treated
with copal varnish
J.Amer.dent.Ass. 74, 1281 (1967)
- (17) DAUSCH, H.
Vergleichende Untersuchungen der Pulpenreaktionen
bei Anwendung des Autoacrylates Sevriton
Zahnärztl.Rdsch. 63, 295 (1954)
- (18) DEMMEL, A.J.
Untersuchungen von Unterfüllungswerkstoffen
Dtsch.zahnärztl.Z. 26, 235 (1971)
- (19) DOLVEN, R.L.
Micromasurement of cavity lining, using ultra-
violet and reflected light, and the effect on
the liner on marginal penetration evaluated with
 ^{45}Ca
J.Dent.Res. 45, 12 (1966)

- (20) EAMES, B., HOLLENBACK
Cavity liner thickness and retentive
characteristics
J.Amer.dent.Ass. 72, 69 (1966)
- (21) EICHNER, K., LAUTENSCHLÄGER, E.P.,
VON RADNOTH, M.V.
Investigation concerning the solability
of dental cements
J.dent.Res. 47, 280 (1968)
- (22) FASSDORF, O.
Zur Frage der Pulpenschädigung unter Silikat-
zement
Zahnärztl.Welt 6, 136 (1951)
- (23) GODT, H., BÜSSMANN, K.
Untersuchungen über die Schutzfunktion des
Addent-cavity-liner mit Hilfe bakteriologischer
Teste
Dtsch. Zahnärztebl. 21, 486 (1967)
- (24) GOING, R.E.
Cavity liners and dentin treatment
J.Amer.dent.Ass. 69, 415 (1964)
- (25) GOING, R.E., MASSLER, M.
Influence of cavity liners under amalgam
restorations by radioactiv isotopes
J.prosth.Dent. 2, 298 (1964)
- (26) HEUSER, H.
Zur Frage der Vermeidung pulpenschädigender
Einflüsse durch Silikatzement
Üst.Z.Stomat. 11, 402 (1964)

- (27) HEUSER, H., LAMMERT, K.
Experimentelle Untersuchungen der Polyamid-
und Polystyrolkunststoffolienverbände auf
ihre Fähigkeit die pulpenschädlichen Einflüsse
von Silikatfüllungen zu verhindern
Stoma 4, 179 (1959)
- (28) JENTSCH, H.
Unifolan I nach Dr. Kalden
Dent.Echo 26, 74 (1956)
- (29) KALDEN, E.
Ein neuartiger Dentinwundverband
Zahnärztl.Prax. 5, 2 (1954)
- (30) KALDEN, E.
Praktische Ratschläge zur Verwendung des
Kunststoffverbandes "Unifolan"
Dtsch.Zahnärztebl. 9, 660 (1955)
- (31) KALDEN, E.
Der temporäre Dentinschutzverband Kapsidur
Zahnärztl.Welt 11, 308 (1958)
- (32) KALDEN, E., WETTER, H.N.
Die Versorgung der Dentinwunde vom Blickfeld
des praktischen Zahnarztes unter Verwendung
eines neuartigen Polyamid-Kunststoffverbandes
Zahnärztl.Reform 11/12, 215 (1959)
- (33) KALDEN, E., WETTER, H.N.
Über die Versorgung der Dentinwunde in der
konservierenden Zahnheilkunde
Schweiz.Machr.Zahnheilk. 65, 34 (1955)

- (34) KETTERL, W.
Pulpenschutz unter Silikatzementfüllungen
Zahnärztl.Prax. 10, 13 (1959)
- (35) KOBES, L., BRÜCKNER, K.H.
Versorgung des beschliffenen Kronenstumpfes
Dtsch.zahnärztl.Z. 25, 679 (1970)
- (36) KRAMER, J.H.R., LEE, K.W.
The demonstration of glycerophosphoric acid
dimethylacrylat in dentin and filling material
following the use of a cavity sealer
J.dent.Res. 39, 1003 (1960)
- (37) LANGE LAND, L., LANGE LAND,
Use of radioactiv tracers to determine the
protective effect of cavity liners
J.dent.Res. 45, 1273 (1966)
- (38) LEDERER & HABRYKA
Dentalpräparate
Dental Echo 7, 59 (1959)
- (39) MASSLER, M., MANSUKHANI, N.
Testing liners under cement in vitro
J.prosth.Dent. 10, 964 (1960)
- (40) MEIGATTER, K.
Vorbeugen!
Dtsch.Stomat. 3, 185 (1953)
- (41) MEYER ZU NATRUP
Moderne Brückenprothetik
Dtsch.Zahnärztebl. 8, 369 (1969)

- (42) MOFFA, J.P., RAZZANO, M.R., FOLIO, J.
Influence of cavity varnish on mikroleckage
and retention of various pinretaining devices
J.prosth.Dent. 20, 541 (1968)
- (43) MOTSCH, A.
Hilfsmittel und Medikamente in der
konservierenden Zahnheilkunde zur Vorbe-
reitung der Kavität für die endgültige
Füllung
Dtsch.Zahnärztebl. 22, 637 (1968)
- (44) NEWCOMER, C.E.
Penetration of cavity varnish by phosphoric acid
J.dent.Res. 37, 43 (1958)
- (45) NORMAN, R.D., SWARTZ, M.L., PHILLIPS, R.W.
Studies on solubility of certain dental materials
J.dent.Res. 30, 977 (1957)
- (46) PANTKE, H., LEHMANN, M., GRAUL, E.H.
Experimentelle Untersuchungen zu Fragen des
Pulpenschutzes unter Silikatfüllungen
Zahnärztl.Prax. 9, 97 (1965)
- (47) PAPPAS, A., MASSLER, M.
Biossay of cavity liners under silicate
cement fillings in rat incisors
J.Dent.Child. 26, 335 (1959)
- (48) PASSOW, H.
Ein Beitrag zum Pulpenschutz unter schnell
härtenden Kunstharzfüllungen
Zahnärztl.Prax. 3, 392 (1951)

- (49) PASSOW, H.
Ein Beitrag zum Pulpenschutz und Randschluß
bei Kunstharzfüllungen
Zahnärztl.Prax. 3, 642 (1952)
- (50) PELZER, H.
Versorgung kleiner und flacher Kavitäten
mit einer Unterfüllung
Zahnärztl.Prax. 15, 175 (1961)
- (51) PLANT, C.G., TYAS, M.J.
Lining materials with special reference to
Dropsin
Brit.dent.J. 10, 486 (1970)
- (52) PLISCHKA, G.
Ursachen der Pulpenaffektionen unter Dentin-
wunden und ihre Verhütung
Öst.Z.Stomat. 54, 192 (1957)
- (53) PLISCHKA, G.
Monomerschutz der Pulpa durch Lacke
Zahnärztl.Welt 16, 440 (1958)
- (54) PLISCHKA, G., TSCHAMER, H.
Dentinwundverband zur Verhütung von Pulpen-
affektionen
Zahnärztl. Welt 9, 233 (1957)
- (55) RAUTMANN, H.D., RITZE, H.
Ein Beitrag zur Frage des Pulpenschutzes
Stoma 8, 225 (1955)
- (56) REICH, H.
Pulpenschutz unter Kunststofffüllungen
Dtsch.zahnärztl.Z. 16, 858 (1953)

- (57) ROTTKE, R.
Die Behandlung der Dentinwunde bei der
Füllungetherapie
Dtsch.Zahnärztebl. 4, 118 (1957)
- (58) SCHMELZER, A.
Schutz der Pulpa unter Silikatfüllungen
Med. Diss. München (1951)
- (59) SCHUBERT, L.
Über die Fragen des Pulpenschutzes auf Grund
tierexperimenteller Ergebnisse und klinischer
Beobachtung
Dtsch.zahnärztl.Z. 1, 44 (1951)
- (60) SCHULZ, A.
Pulpenschutz unter Silikatfüllungen
Zahnärztl.Rdsch. 58, 75 (1949)
- (61) SENDTNER, K.
Erprobte und empfehlenswerte Mittel des
Pulpenschutzes bei der prothetischen Ver-
wendung selbsthärtender Kunststoffe
Zahnärztl.Prax. 3, 344 (1952)
- (62) SENDTNER, K.
Der "Pula"-Pulpenschutz gegenüber der Fern-
wirkung des Monomeren
Zahnärztl.Prax. 3, 740 (1952)
- (63) SPRETER VON KREUDENSTEIN, TH.
Mittel zum Schutz der Pulpa bei der Füllung
mit schnellhärtenden Kunststoffen
Zahnärztl. Z. 24, 1382 (1951)

- (64) STANLEY, M.R., SWERDLOW, H., BUONOCORE, M.G.
Pulpreactions to anterior restorative materials
J.Amer.dent.Ass. 75, 132 (1967)
- (65) STARK, M.M., NICHOLSON, R.J., SOELBERG, K.B.
Marginal seal afforded by butyl and isobutyl
cyanoacrylates as cavity liner
J.prosth.Dent. 21, 380 (1969)
- (66) STÜBEN, J.
Die Dentinwunde und ihre Versorgung
Dtsch.Zahnärztebl. 6, 529 (1965)
- (67) SWARTZ, M.L., PHILLIPS, R.W.
Permeability of cavity liners to certain
agent
J.dent.Res. 6, 1232 (1960)
- (68) SWARTZ, M.L., PHILLIPS, R.W., CHAMBERLAIN, N.
Continual studies on the permeability of
cavity liners
J.dent.Res. 41, 66 (1962)
- (69) SWARTZ, M.L., PHILLIPS, R.W., NORMAN, R.D.,
NIBLACK, B.F.
Role of cavity varnishes and bases in the
penetration of cement constituents through
tooth structure
J.prosth.Dent. 16, 963 (1966)
- (70) SZNAIDERMANN, D.
Pulpenschutz unter Silikatfüllungen und
schnell härtenden Kunststoffen
Dtsch.Zahnärztebl. 9, 163 (1955)

- (71) WALLACE, W., JOHNSON, W.W., J.H.
Investigation of the penetration of cavity
liners by phosphoric acid
J.dent.Res. 39, 752 (1960)
- (72) ZACHARIAS, P.O.
Das Problem der Dentinwundversorgung
Zahnärztl.Prax. 7, 3 (1956)
- (73) ZANDER, H.
Treatment of dentin before insertion of
restorations
Int.dent.J. 4, 693 (1954)

L Lebenslauf

Am 6. 9. 1948 wurde ich als Sohn des Bundesbahnspektors Franz-Xaver Hoser und seiner Ehefrau Anna Hoser geborene Metzger in Nannhofen Kreis Fürstenfeldbruck geboren. Nach dem Besuch der Volksschule in Mammendorf seit 1954, wechselte ich 1958 auf das humanistische Theresiengymnasium in München über. Dort legte ich 1968 mein Abitur ab und wurde anschließend zum Studium der Zahnmedizin an der Universität München zugelassen. 1969 und 1971 bestand ich an dieser Universität die naturwissenschaftliche und zahnärztliche Vorprüfung. Staatsexamen Februar 1974.

